Q14：檔案庫房環境溫溼度如何達成？

A：

一、需求及做法

（一）需求

依據「檔案庫房設施基準」規定，各類檔案所適合存放之溫溼度環境規定如本書Q13之表4。為達到此標準，必須設置足夠且適當的空調設備，使存放的檔案在需求保存期限內，其物理與化學性質不致劣化而使檔案損壞。

（二）做法

1. 為使檔案庫房維持環境之溫溼度穩定，應按庫房佔地面積、所在區域、建築物構造條件等，來計算與評估庫房內空調負荷量，以便設置足夠冷房能力的空調設備。
2. 應依庫房容積大小、作業人員使用頻率，於空調供風量上提供足夠之循環率（單位時間內，庫房內全部空氣進出之次數），以及新鮮空氣量，循環率建議為每小時6次以上；新鮮空氣量得為循環率之5～10% 。
3. 建議於空調風管內加設各式濾材（前置濾材、中級濾材、HEPA濾材；以及依檔案類別設置合適的有害氣體過濾裝置）或設置合適且足夠的空氣清淨機，以確保庫房空氣清淨度。
4. 為使庫房內之環境得以全天候維持穩定，空調設備應設置備援機制，平時可交替運轉，以延長設備壽命，亦可於定期保養或故障維修時使用。
5. 空調系統應與所在建築物機電系統之緊急電源連接，或另外設置獨立之緊急發電機及切換系統，俾使電力供應異常時仍可維持庫房內之溫溼度環境。
6. 與消防系統相關配套措施，如空調系統連動關閉、空調閘門連動開關、防火閘門等，應加以考量設計。

（三）空調負荷概估

1. 新建置檔案庫房者：請洽空調技師計算檔案庫房空調負荷量及進行空調設施規劃設計。
2. 既有檔案庫房增設空調者：若庫房為單間，樓地板面積不大於30坪，且溫度為27℃以下，相對溼度60% 以下之機關檔案庫房溫度標準，可用熱負荷密

度方式，依下列項次進行庫房冷氣所需冷房能力概估，以作為空調設備之選購。

(1) 冷房能力Q=D*A*F

Q：冷氣設備所需冷房能力，USRT（冷凍噸）

(1USRT=12000 Btuh=3024kcal/h=3.517kW)

D：每坪所需要冷凍噸，（USRT/坪）

A：檔案庫房面積，（坪）

F：修正係數

(2) 假設條件：

本概估方式之假設條件，係以機關紙質類檔案庫房，溫度為27℃以下，相對溼度60% 以下，設置地點分別取為臺北市、臺中市與高雄市；面積30坪；隔間牆型式為1/2B磚牆結構；設單樘門為1小時防火門；窗戶為側拉窗；玻璃為單層6公厘厚清玻璃；設有窗簾；庫內照度不高於240Lux（勒克斯）；庫內無其他電氣設施；檔案整理作業人員不超過5人；每日庫房內作業時數不大於6小時；安全係數取1.2等為條件，經熱負荷溫差法(Cooling Load Temperature Difference Method, CLTD Method)計算後歸納簡化，未符合本假設條件之檔案庫房，應另行計算，請勿直接套用。

(3) D值數據如表5：

表5　D值數據表

庫房條件	D值
檔案庫房之各面牆與屋頂如均未鄰接屋外，且未設窗戶時。	以1/12～1/15估計
如牆上有開窗，且開窗面積/牆面積百分比未大於10% 時。	以1/9～1/12估計
若牆上開窗面積/牆面積百分比大於10% 且小於25% 時。	以1/6～1/9估計
若牆上開窗面積/牆面積百分比大於25% 且小於35% 時。	以1/5～1/6估計
若牆上開窗面積/牆面積百分比大於35% 時。	請洽空調技師計算熱負荷及進行空調設施規劃設計

(4) F值數據如表6：

表6　F值數據表

庫房條件	F值
檔案庫房之各面牆與屋頂如均未鄰接屋外，且未設窗戶時。	以1估計
如檔案庫房屋頂鄰接室外時，且屋頂有施作熱阻為13 hr*ft2*〇F/Btu（R-13，相當3英吋厚防火岩棉材）之隔熱層。	以1.2～1.5估計
如屋頂鄰接室外，且無天窗或設有天窗時（天窗面積低於全面屋頂面積之30% ）。	以1.5～2估計
如檔案庫房之南面或北面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上未開窗時。	以1.05估計
如檔案庫房之南面或北面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上有開窗時（開窗面積低於全面牆面積之30% ）。	以1.1～1.3估計
如檔案庫房之東面或西面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上未開窗時。	以1.1估計
如檔案庫房之東面或西面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上有開窗時（開窗面積低於全面牆面積之30% ）。	以1.2～1.6估計
如檔案庫房有任2面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上未開窗時。	以1.2估計
如檔案庫房有任2面牆鄰接室外，且屋頂未鄰接屋外，以及牆上有開窗時（開窗面積低於全面牆面積之30% ）。	以1.3～1.9估計
如檔案庫房牆上所有開窗面積/所有牆面積之百分比大於30%時	請洽空調技師計算熱負荷及進行空調設施規劃設計

(5) 當冷氣冷房能力預估完成後，視檔案庫房建築構造條件，選擇適當型式冷氣設備，依政府採購程序購置冷氣，例如當所需冷房能力為2 USRT（冷凍噸）時，則可於鄰接外牆之牆壁上設置2冷凍噸冷氣機2部。另於安裝時，冷氣機出風口不可正向發熱設備（如燈具設備）以免產生結露漏水現象。

(6) 空調送風量評估

檔案庫房空間大小可由平面設計圖或現狀量測計算得知，設有HEPA過濾器的空調設備，每分鐘送風量只要大於空間容積除以10即可；但庫房

內如另設有空氣清淨機，且空調冷氣設備亦能調節符合庫房規定之溫溼度環境時，空調送風量不在此限。

(7) 因檔案庫房建築物結構或有差異，若以前述方式設置冷氣設備，其庫房相對溼度仍無法達60% 以下時，可設置除溼機進行除溼，其設置估算如下：

A. 簡算法：一般機關檔案庫房日除溼量，可用樓地板面積每平方公尺0.3公升/日進行概估計算（以乾球溫度27℃及相對溼度60% 為試驗條件），設置時需多購設1部以為備援使用。請參見本問題第三點之案例說明（二）案例1，進行除溼機設備容量估算。

B. 精算法：若環境條件特殊，請參見本問題第三點之案例說明（二）案例2，進行除溼機設備容量估算。

二、注意事項

（一）當庫房空間足以分別建置不同媒體類型之檔案庫房時，可使用各空間正負壓差控制，來防範不同庫房間氣流之滲漏，而影響庫房內溫溼度與潔淨度之恆定。

（二）空調設備建議設於庫房外，並與庫房保持一定距離，使用風管系統，將空調設備調節妥當之冷暖空氣送入庫房，以進行庫房環境溫溼度調節，此種做法可有效達到溫度傳遞控制與兼顧漏水、火災等事件之安全防護。

（三）空調用冷卻水管、冰水管、冷媒管及排水管應避免經過檔案庫房，以防止漏水或結露滴水現象之發生。

（四）若檔案庫房為既有辦公空間改建物，短期內對原有天花板上方管路及小型冷氣機集水盤應經常維護，保持排水暢通與保溫材質功能正常，如有熱水管經過需加強保溫厚度或提高熱阻係數，以免發生漏水或結露滴水事故；長期做法應將庫房內水管改建至庫房外，以符安全防護需求。

（五）若機關檔案庫房所在地之外界溫度，全年均遠低於27℃時（如阿里山、玉山等處），可採設置足夠數量之除溼機及空氣清淨機來達成溫溼度需求。

（六）設置冷氣機時需注意能源轉換效率值（EER），一般而言，EER越高越省電。

（七）除溼機選用建議：

1. 依據CNS 12492國家標準，除溼機依適用之溫度條件而有兩種型式，分別為A

型及B型，A型為適用於室溫18至35℃之機種（性能試驗條件為乾球溫度30℃及相對溼度80% ）；B型則適用於室溫5至35℃之機種（性能試驗條件為乾球溫度27℃及相對溼度60% ），兩者除溼能力相差約為一倍（A型為使用民國84年以前舊檢測標準），選購時應注意其測試條件。

2. 行政院環保署對除溼機之材質訂有環保標章規範，另經濟部能源局對除溼機之節能效率訂有節能標章，建議儘量選用具有前揭2項標章之除溼機產品。
3. 檔案庫房屬於密閉空間及穩定之溫溼度需求的特性，建議採購B型機種為宜。
4. 使用除溼機，需設置在堅固平坦的地板上及空氣流通處，應避免放在死角，以及避免日光直射，以免使氣流造成短路或冷媒系統壓力過高，而達不到除溼效能。另除溼機的保養上，至少每兩週清洗空氣過濾網一次，每隔半年至一年最好做一次定期檢查。除溼機儲藏時不可側置或倒置，以免損壞壓縮機。
5. 由於除溼機多設置於檔案庫房內，為長期運轉使用，應對電氣元件與系統作妥日常維護及檢查，以確保性能正常，以免零件積塵絕緣不佳，而產生火災事故。

三、參考案例

（一）檔案庫房溫度控制參考案例

1. 設置於臺北市內某機關檔案庫房，長10公尺、寬6公尺、高3.2公尺，南側開門：寬1.2公尺、高2公尺，東側開窗6樘：每樘寬0.9公尺、高1公尺，西面牆為外牆，其他各面牆為室內隔間牆，上方有樓層。
2. 空調評估計算：
   (1) 樓地板面積A為10公尺x6公尺x0.3025（坪/平方公尺）=18.15坪＜30坪，適用負載概估範圍。
   (2) 南及北側牆面積均為6公尺x3.2公尺=19.2平方公尺；東及西側牆面積均為10公尺x3.2公尺=32平方公尺；東側窗面積為6公尺x0.9公尺x1樘=5.4平方公尺；南側門面積為2.4平方公尺；頂板及樓地板面積均為10公尺x6公尺=60平方公尺=60平方公尺x0.3025（坪/平方公尺）=18.15坪。西側牆為無

窗戶之外牆，且東側牆上開窗為室內窗戶；窗戶面積佔整面牆面積之5.4平方公尺/(32公尺x2公尺+19.2公尺x2公尺)=5.3% ，依表5，得D值為1/9～1/12，保守取1/12；依表6，F值為1.1，冷房能力經計算結果為Q=(1/12)x18.15x1.1=1.66 USRT（冷凍噸）=19,920Btuh=5.84kW。

(3) 簡易做法上，至少設置2冷凍噸（24,000 Btuh）窗型冷氣機2部（1部備援）。至於完整的做法為設置3冷凍噸（36,000 Btuh）之箱型冷氣機2部（1部備援）及風管系統，可均勻分佈供應冷氣，正確及妥善的調節庫房溫溼度。

(4) 以國內窗型或箱型冷氣機之設計習慣，蒸發器盤管表面溫度點約為10℃，遠低於機關檔案庫房溫溼度標準（溫度27℃,相對溼度60% ）之結露溫度點18.43℃，若冷氣機容量足夠、性能正常，且檔案庫房氣密性良好下，可易於達到相對溼度60% 以下，惟若產生檔案庫房溫度低於16℃，相對溼度高於60% 情況時，一般商用冷氣機之除溼效率較為低落，此時可採設置除溼機進行庫房相對溼度控制。

（二）檔案庫房相對溼度控制參考案例：

1. 案例1：（簡算法）

(1) 假設設置於臺北市某機關之檔案庫房，長10公尺、寬5公尺、高3.2公尺，且已設置冷氣機全天候維持27℃以下之溫度條件，惟相對溼度仍有超過60% 之現象。

(2) 一般機關檔案庫房日除溼量，以樓地板面積每平方公尺0.3公升/日進行概估計算（以乾球溫度27℃及相對溼度60% 為試驗條件），庫房面積為10公尺x5公尺=50平方公尺，因此，本案例每天（24小時）除溼量為50平方公尺x0.3（公升/平方公尺）=15公升。

(3) 購置時可選用B型除溼機且日除溼量約為16公升/日(室溫27℃，溼度60%)之機型，並應多購設1部以為備援使用。

2. 案例2：（精算法）

(1) 假設設置於阿里山某機關之檔案庫房，長10公尺、寬6公尺、高3.2公尺，庫房為獨棟建築物。

(2) 自中央氣象局1971年至2000年阿里山氣候統計資料得知，最高溫度不高

於18.8℃，最高相對溼度達93% ，為保持該庫房相對溼度需求，需設置除溼機組。

(3) 以中央氣象局氣象資料，最高氣溫乾球溫度18.8℃及相對溼度93% 環境條件，與機關檔案庫房之相對溼度60% 需求條件，查空氣線圖如下，可得到需處理空氣內水份量為0.0045（公斤/公斤），比容為0.8439立方公尺/公斤，庫房空氣容積為192立方公尺，相當於227.5（=192/0.8439）公斤空氣質量，若空氣滲入率為0.18CMH/平方公尺，滲入空氣量為12.8公斤/小時，且於開機後6小時達到需求相對溼度，忽略乾球溫度溫昇效應，則每小時應處理除溼量為w=12.8（公斤/小時）x0.0045（公斤/公斤）+227.5公斤x0.0045（公斤/公斤）/6小時=0.0576公斤+0.171公斤=0.2286公斤，則每天（24小時）除溼量為0.2286（公斤/小時）x24小時=5.5公斤=5.5公升（在溫度18.8℃及相對溼度93% 環境條件）。

(4) 可選用B型除溼機且日除溼量約為8.7公升/日（在乾球溫度27℃及相對溼度60% 為試驗條件）之機型。

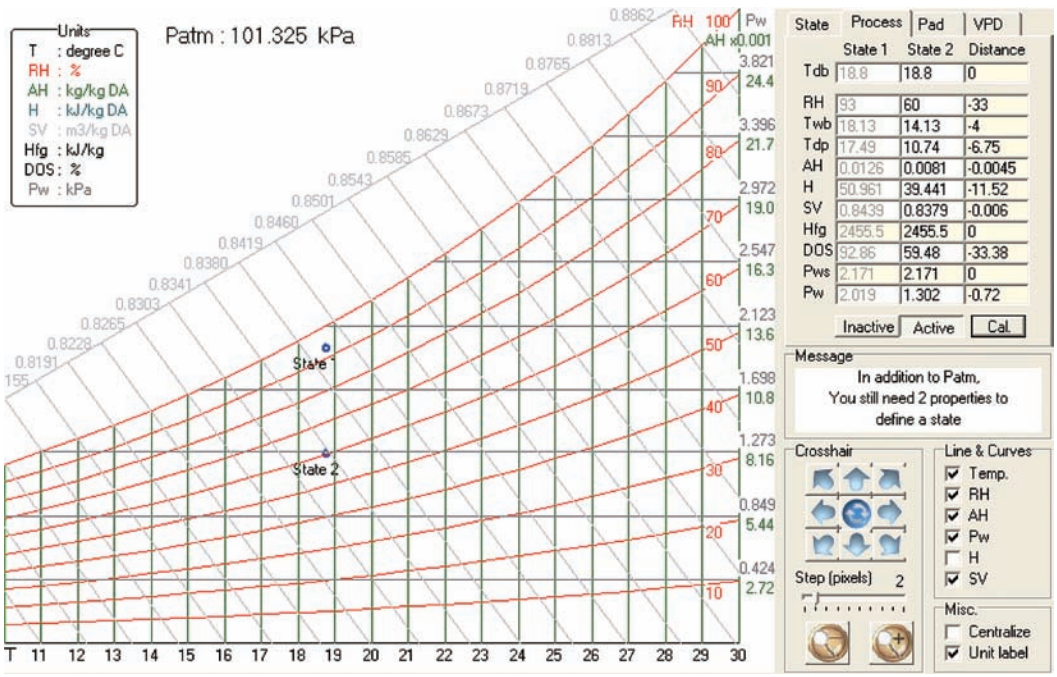

圖 31　案例 1 空氣線圖

（三）空氣線圖簡介

1. 為使檔案完善保存，檔案庫房需控制於適當且穩定之溫溼度環境下。控制溫度與溼度必須了解可描述空氣狀態之工具「空氣線圖（Psychrometric chart）」，空氣線圖可以用線形顯現空氣中的溫度、溼度、熱焓值間之差異及變化，而不須透過繁複的數學公式計算。

2. 空氣線圖所提供之空氣狀態包括在一定大氣壓力下之下列項目：

(1) 乾球溫度（Dry Bulb Temperature）：以溫度計直接量測空氣所得溫度值。

(2) 溼球溫度（Wet Bulb Temperature）：以溫度計感溫球包覆溼棉布，藉由水分蒸發吸熱降溫作用所測得之數值。

(3) 露點溫度（Dew point）：當維持一定壓力狀態與一定絕對溼度狀態；且為密閉空間之空氣，經緩慢降溫，達到開始產生結露現象之溫度值，此時空氣內水蒸氣分子含量呈飽和狀態，相對溼度達100% ，亦為飽和溫度（Saturation Temperature）。

(4) 比溼（Humidity Ratio）：於一定大氣壓力下，每一定質量的乾空氣所含有的水蒸氣質量（kg/kg DA）。

(5) 相對溼度（Relative Humidity）：於一定大氣壓力下，空氣所含有水蒸氣分壓力對應飽和狀態水蒸氣分壓力之比率（pw/pws）

(6) 比容積（Volume Cubic Meters per Kilogram Dry Air ）：於一定大氣壓力下，每單位空氣重量之體積（m3/kg）

(7) 焓（Enthalpy）：於一定大氣壓力下，每單位重量空氣中所含有之能量值（kJ/kg）

(8) 飽和空氣曲線：於一定大氣壓力下，指相對溼度值為100% 之曲線。

3. 美國冷凍空調學會（ASHRAE）之空氣線圖如下：

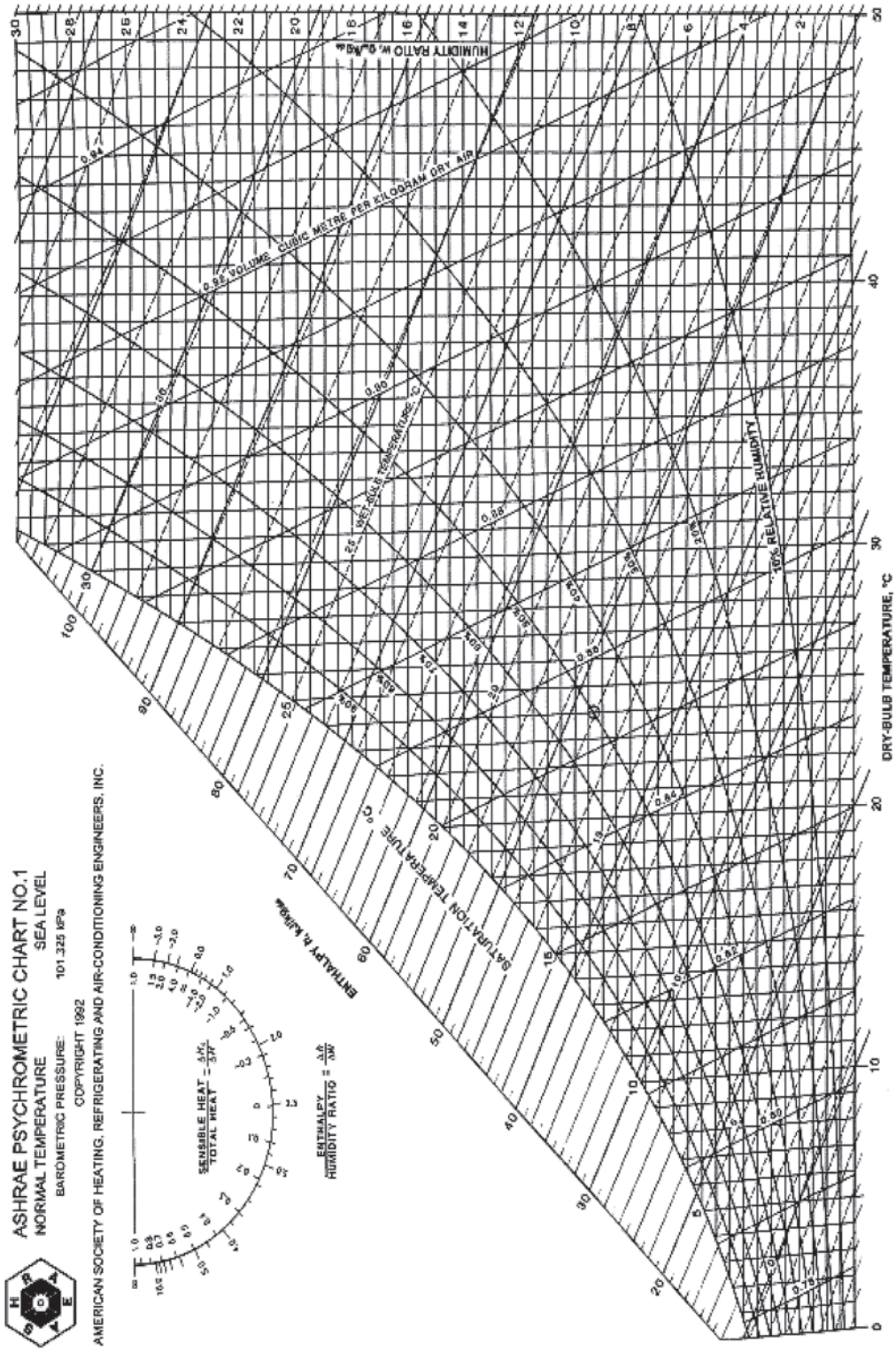

圖 32　美國冷凍空調學會（ASHRAE）之空氣線圖

（四）檔案庫房空調設備案例照片

圖 33　化學除溼空調設備

圖 34　恆溫恆溼空調設備