



參、溫溼度及空氣清淨控制

Q11：檔案庫房環境溫溼度規定為何？

A：

一、需求及做法

- (一) 檔案材質媒體類型可概分為紙質類、攝影類、錄影（音）帶類、電子媒體類等，其材質具有不同之特性，當檔案存放在不適當溫度和相對溼度的條件下，會造成檔案材質加速劣化，這些劣化包括：檔案本體大小尺寸變化；物理性催化和化學性氧化分解，使材質纖維產生損壞；微生物對檔案材質的腐蝕；顏色或字跡褪色等。
- (二) 在常溫下，當相對溼度高於60% 時，紙質類檔案將開始受黴菌的「酶」而發生長霉，溫度越高，霉長的越快，檔案受損越嚴重；對於影片、相片、錄影（音）帶等類檔案，當溫度與相對溼度過高會容易酸解劣化及捲曲變形，溫度與相對溼度過低則會易於裂化與脆化，因此檔案必須被保存在適當的溫溼度環境下，以確保在需求的保存期限內，有完整的檔案紀錄呈現。
- (三) 依據「檔案庫房設施基準」第13點規定，檔案庫房溫度及相對溼度，應依表4所列標準控制之。

表4 檔案庫房溫溼度標準表

檔案媒體類型		檔案類別	國家檔案		機關檔案	
		溫度及相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
紙質類	紙質 (paper)		21°C ± 1°C	45% ± 5%	27°C 以下	60% 以下
攝影類	黑白照片 (black-and-white photographs)		18°C ± 1°C	35% ± 3%	20°C ± 2°C	50% ± 5%
	底片 (negatives)					
	幻燈片 (slides)					
	彩色影片 (color motion film)		-4°C ± 1°C	30% ± 3%		
	彩色照片 (color photographs)					
錄影(音)帶類	微縮片 (microforms)		18°C ± 1°C	30% ± 3%		
	黑白影片 (black-and-white motion picture film)					
	其他攝影類檔案媒體					
	錄音帶 (audio tape)					
電子媒體類	錄影帶 (video tape)					
	磁片 (diskette)		18°C ± 2°C	35% ± 5%		
	磁帶 (magnetic tape)					
	光碟片 (optical media)					
	其他電子媒體類檔案媒體					

註：各機關具有永久保存價值之檔案得比照國家檔案保存之溫度及相對溼度標準。

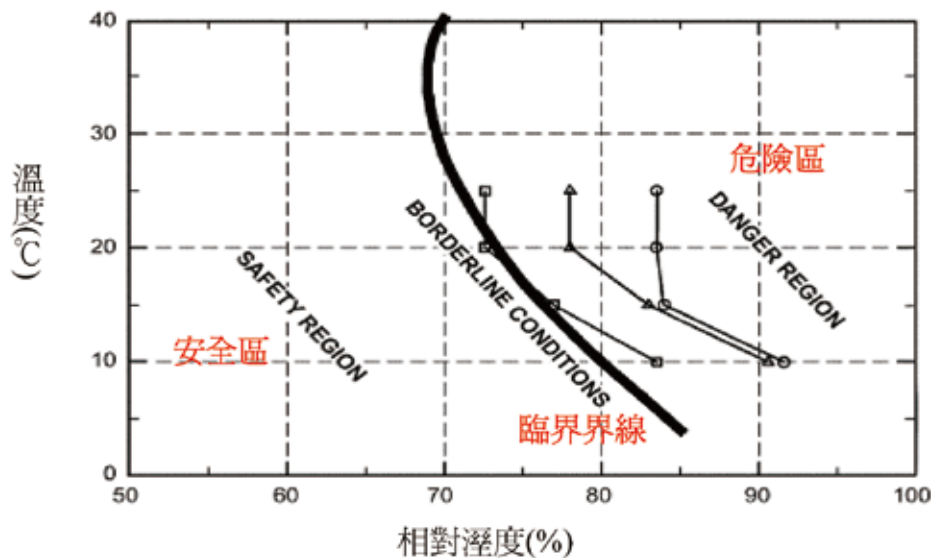


二、注意事項

(一) 紙質類、攝影類、錄影（音）帶類、電子媒體類等類檔案之溫溼度控制時，應注意庫房溫溼度變動範圍正負差值，以免劇烈的溫溼度變動，而使檔案材質過度收縮造成損壞。

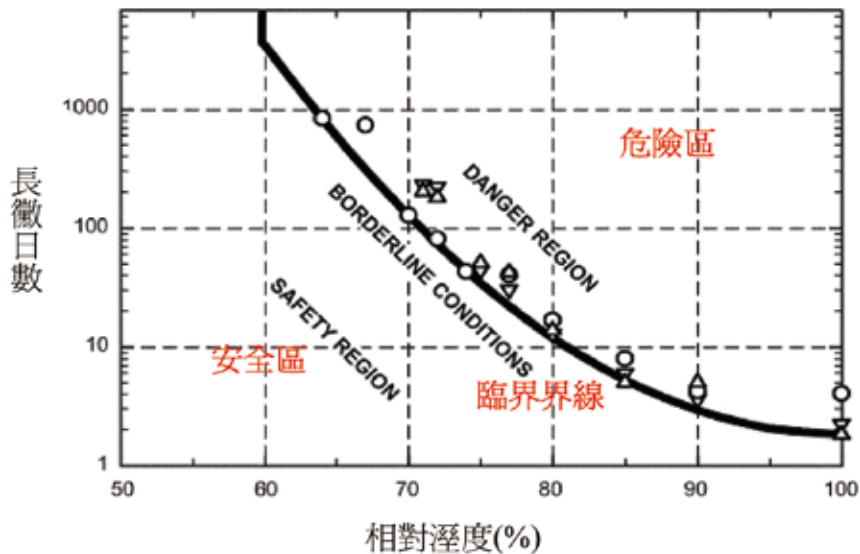
(二) 檔案材質保存研究

1. 根據美國冷凍空調學會應用手冊資料第21章圖書館、博物館、檔案館設計資料內提到，外國學者曾對大部分文獻材質進行溫度及溼度與保存時間的研究。以各類材質處於不同溫度及溼度環境下100到200天時，材料表面出現發黴狀態之關係曲線如圖24，而在不同的相對溼度環境下，黴菌在檔案材料表面出現明顯增長所需的時間曲線如圖25所示，由圖24、圖25得知，當檔案存放在周圍溫度25°C之環境，其空氣內水蒸氣分子需達到相對溼度60% 以下時，檔案材質始能避免黴菌類微生物侵蝕的威脅。



○ 舊羊皮紙；△ 漿硬棉布；□ 山羊皮

圖 24 檔案材質於不同溫度及溼度環境下 100 到 200 天，表面出現發黴狀態之關係曲線圖。(資料來源 ASHRAE Applications Handbook CHAPTER 21)



- 採用高敏感性材質
- 溫度 25°C，溼度逐漸升高至試驗值
- 60%相對溼度，持續 1,300 日未長黴菌

圖 25 在不同的相對溼度環境下，黴菌在檔案材料表面出現明顯增長所需的時間曲線圖。
 (資料來源 ASHRAE Applications Handbook CHAPTER 21)

2. 此外，在該手冊內亦有對於紙類、照片等類保存壽命 (Lifetime) 倍數與環境溫度、相對溼度等關係曲線如圖26所示，以紙質類檔案而言，保存環境之溫度與相對溼度越低，其保存壽命也相對變長，惟當環境相對溼度在30% 以下時，紙質檔案纖維將會變脆，不利於整理與應用。



Multipliers apply to hydrolysis dominated deterioration, which is true of all low- and most medium-stability records (except optical disks)
 倍數適用於屬於水化控制劣化的低及中等穩定性的檔案(光碟除外)。

First multiplier based on the average value from all research data. Second multiplier (in bracket) based on pessimistic side of research data.

第 1 個倍數係所有研究數據的平均值。第 2 個倍數 (括符內) 係偏悲觀保守的研究數據值。

Dotted line shows approximate line of constant moisture content for paper, photographic materials (and most other organic materials) given equilibrium at 50% rh and 20°C.

點狀線顯示, 相同水分子含量的紙質、照片 (及大多數的有機材質), 在保存環境在相對溼度 50% 及溫度 20°C 之近似曲線。

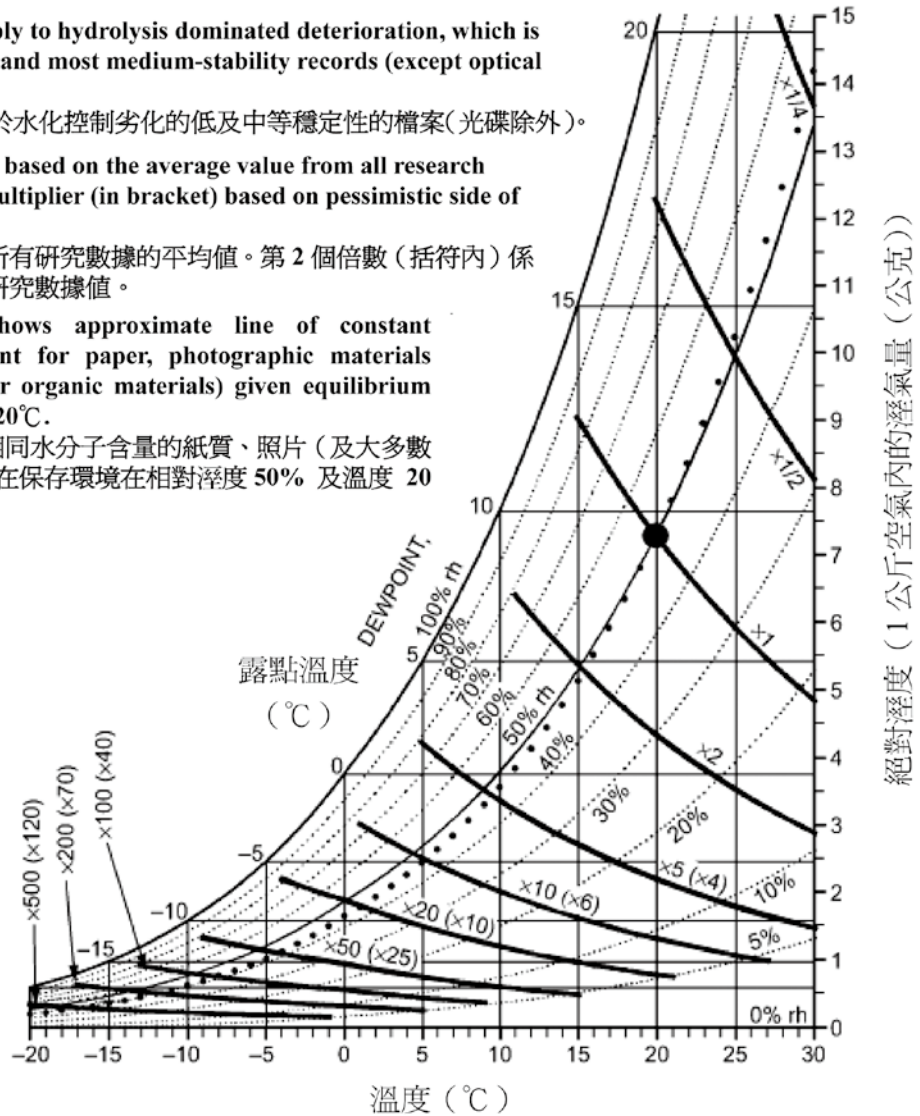


圖 26 不同溫度及相對溼度保存環境，相對於溫度 20°C 及相對溼度 (rh) 50% 之保存壽命倍數 (Lifetime Multipliers) 曲線圖。(資料來源 ASHRAE Applications Handbook CHAPTER 21)

Q12：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Q11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，定期保養或故障維修時，亦能做為備援之用。
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°C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°C以下；相對溼度60% 以下，設置地點分別取為台北市、台中市與高雄市；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* ○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規劃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既可；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°C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）若檔案庫房為原有辦公空間改建物，短期內對原有天花板上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°C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. 依據中國國家標準（CNS），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°C之機種（性能試驗條件為乾球溫度30°C及相對溼度80%）；B型則適用於室溫5至35°C之機種（性能試驗條件為乾球溫度27°C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省能源方面，訂有環保標章規範，除溼機產品之E.F.值應高於1.0（含）以上。E.F.值為除溼機之除溼能力(kg/hr)與總消耗電功率(kW)的比值。
3. 檔案庫房屬於密閉空間及穩定之溫溼度需求的特性而言，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，而達不到除溼性能。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。儲藏時不可將除溼機側置或倒置，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、案例說明

（一）檔案庫房溫度控制參考案例

1. 設置於台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) 南及北側牆面積為均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 \times 0.3025 (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 \times 2 公尺 $+19.2$ 公尺 \times 2 公尺) $=5.3\%$ ，依表5，得D值為 $1/9\sim 1/12$ ，保守取 $1/12$ ；依表5，F值為 1.1 ，冷房能力經計算結果為 $Q=(1/12)\times 18.15\times 1.1=1.66$ USRT (冷凍噸) $=19,920$ Btuh $=5.84$ kW。

- (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°C ，遠低於機關檔案庫房溫溼度標準 (溫度 27°C ，相對溼度 60%) 之結露溫度點 18.43°C ，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°C ；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) 假設設置於台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°C 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°C 及相對溼度 60% 為試驗條件)，庫房面積為 10 公尺 \times 5 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 \times 0.3 (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°C ，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°C，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°C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） $\times 0.0045$ （公斤/公斤） $+ 227.5$ 公斤 $\times 0.0045$ （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） $\times 24$ 小時 $= 5.5$ 公斤 $= 5.5$ 公升（在溫度18.8°C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°C及相對溼度60% 為試驗條件）之機型。

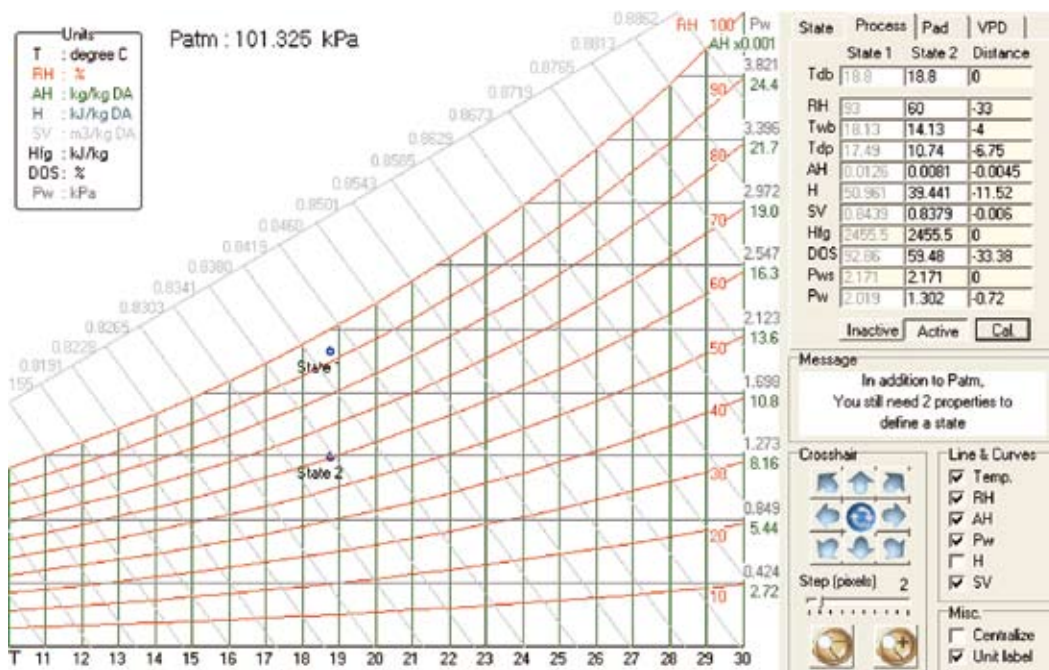


圖 27 案例 1 空氣線圖



(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來明瞭地顯現出空氣中的溫度、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/kgDA）。
 - (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（ p_w/p_{ws} ）
 - (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（ m^3/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：

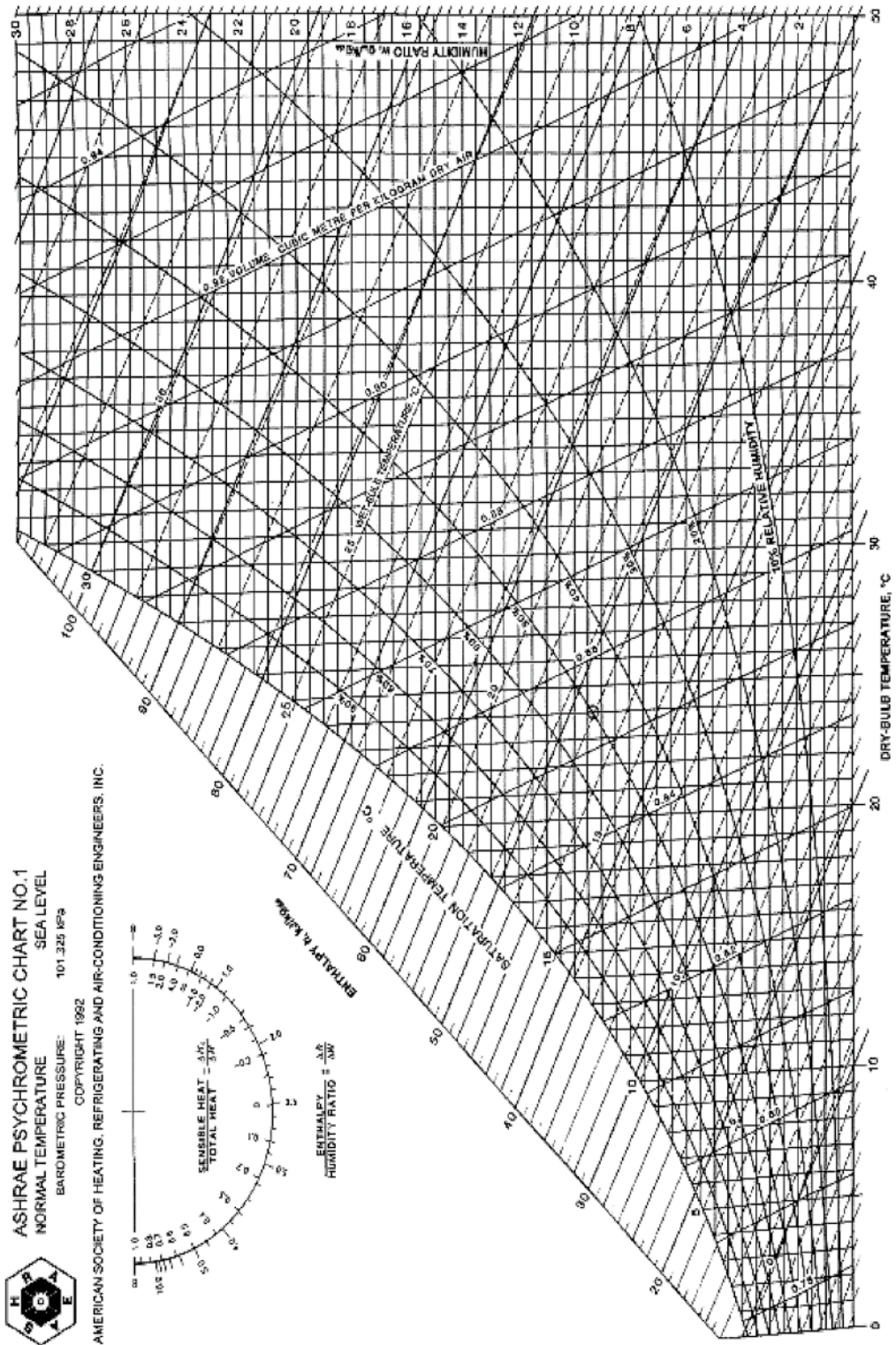


圖 28 美國冷凍空調學會 (ASHRAE) 之空氣線圖



(四) 國家檔案典藏場所恆溫恆溼空調設備照片



圖 29 化學除溼空調設備



圖 30 恆溫恆溼空調設備

Q13：檔案庫房為何要設置溫溼度量測儀器並定期紀錄？

A：

一、需求及做法

(一) 需求

1. 依據「檔案庫房設施基準」第13點規定：檔案庫房應配置溫、溼度紀錄儀表，並定期紀錄；遇有異常狀態時，應即時為必要之處置。
2. 檔案在穩定的溫溼度環境下，能被良好的保存，不發霉或過度收縮而產生損壞，因此，檔案庫房除應設置空調設備外，必須另設置溫溼度量測儀器進行監測，以了解庫房溫溼度情形，進而達到溫溼度穩定的控制。

(二) 做法

1. 每間庫房應設置1組以上固定式溫溼度量測儀器，作為環境監測，並由庫房管理人員定期檢視數值記錄之。溫溼度計設置地點須避開冷氣出風口送風方向，以免冷氣氣流直接經過感測部位，而使偵測值不正確，並另外可利用移動式之溫溼度量測儀器，以移動取樣量測庫房各位置點之溫溼度值，確保庫房溫溼度環境需求。
2. 若溫溼度量測儀器具有自動記錄溫溼度功能，庫房管理人員仍應每日早晚進行檢視其記錄溫溼度正常與否，以利即時發現異常狀況，進行檢修及必要之處理。

二、注意事項

- (一) 溫溼度量測儀器計有機械式溫溼度紀錄器（具自動記錄功能，但需定期換紀錄紙）、電子式溫溼度紀錄器（具自動記錄功能，由記憶體紀錄或定期換紀錄紙記錄）、乾球溼球溫溼度計（不具自動記錄功能）等種類。
- (二) 溫溼度紀錄量測儀器不論是電子式或機械式，建議每年定期辦理校正，以確保量測數據之正確。購買溫溼度紀錄量測儀器時，應採購具可校正之儀器，並請廠商提供免費提供未來校正服務。
- (三) 購買溫溼度紀錄量測儀器時，應注意誤差值越小越好（建議溫度誤差不大於 0.2°C ；相對溼度誤差不大於2% 為妥），以免所測得數值不正確。



(四) 乾球溼球溫溼度計，其溼球溫度計下方有一裝有紗布或棉花之盛水容器，應保持滿水狀態，以確保溼球溫度之正確性，據以查表得到相對溼度之數值。

三、案例說明

以國家檔案典藏場所為例，已啟用的檔案庫房，均配設1組即時監控溫溼度感測器及1組溫溼度紀錄器，以記錄監控溫溼度值。



圖 31 機械式溫溼度紀錄器



圖 32 電子式溫溼度紀錄器



圖 33 四合一電子式溫溼度器



圖 34 乾球溼球溫溼度計

Q14：檔案庫房環境應如何採行空氣淨化措施？

A：

一、需求及做法

(一) 需求

1. 依據「檔案庫房設施基準」第12點規定，檔案庫房應設置空調設備，並採行空氣淨化措施。
2. 根據先進歐美日各國對檔案材質與空氣品質的相關研究，侵入檔案庫房之空氣污染物有灰塵微粒與有害氣體（如二氧化硫、二氧化氮、二氧化碳、氯化氫、甲醛、乙醛、臭氧）等，微塵顆粒堆積會使檔案污損，並與檔案材質表面結構化學反應造成腐蝕；有害氣體則易因累積而與紙材質反應成硝酸或硫酸物質，可直接或間接影響檔案材質，成為檔案材質組織酸解、氧化劣化之主因或催化劑，使檔案使用壽限加速縮短；且會檔案劣化產生之污染物亦會影響檔管人員健康，因此，為兼顧檔案保存與人員健康需求，採行空氣淨化措施是必須的。

(二) 做法

1. 由於空氣污染物有顆粒類，以及有害氣體等2種型式，在空氣淨化措施上，對於顆粒類污染物常使用濾網過濾設施進行處理；而對有害氣體污染物則需使用吸附過濾方式進行處理。
2. 檔案庫房空氣清淨措施，可採用下列兩種方式處理：
 - (1) 單獨使用空氣清淨機過濾淨化空氣，如裝設過濾效率99.5%（微塵粒徑 $0.1\ \mu\text{m}$ ）之HEPA級濾網的空氣清淨機來作為檔案庫房內微塵顆粒、黴菌孢子等污染物濃度控制。其機器設置數量上應以清淨機風量與庫房空間容積來進行估算，至少需達到每小時6次之換氣率建議值。
 - (2) 採搭配檔案庫房空調系統，於空調風管內設置各式濾網，用以濾網過濾方式除去顆粒類污染物，以及用吸附過濾方式淨化有害空氣污染物。其各式濾網包括過濾效果30%（微塵粒徑 $1\ \mu\text{m}$ ）的初級濾網、過濾效率80~65%（微塵粒徑 $0.5\ \mu\text{m}$ ）之中級濾網、過濾效率99.5%（微塵粒徑 $0.1\ \mu\text{m}$ ）之HEPA濾網；吸附過濾臭氧、二氧化碳、酸性氣體、有機臭氣



或胺類等氣體的活性碳、氧化鋁或分子篩（沸石）過濾網；吸附過濾碳氫化合物、二氧化硫、二氧化氮的活性碳複合碘化鉀或氫氧化鉀或其他適合的過濾處理裝置等。對於過濾循環風量（換氣率），建議以每小時6次作為設計參考，但氣體污染物濃度吸附裝置之處理量，必須高於檔案庫房內氣體污染物產生量。

3. 有關檔案庫房空調風管系統搭配空氣污染物過濾設備之建置，可洽冷凍空調技師或顧問機構，尋求專業技術進行評估與設計，另庫房空氣清淨標準可參考加拿大國家檔案保存維護中心所訂標準（如下表），並依照保存檔案材質條件及建置與後續維護成本經費考量下，進行設置。

表7 加拿大國家檔案保存維護中心空氣清淨標準表

項次	項目	標準
1	二氧化硫，SO ₂	Maximum 1.0 ug/ m ³
2	二氧化氮，NO ₂	Maximum 5.0 ug/ m ³
3	臭氧，O ₃	Maximum 2.0 ug/ m ³
4	二氧化碳，CO ₂	Maximum 4.5 ug/ m ³
5	氯化氫，HCl	使用最好的控制技術
6	甲醛，HCHO	使用最好的控制技術
7	醋酸，CH ₃ COOH	使用最好的控制技術
8	微塵，可發現的總數量 (Fine particles-total) TSP	Maximum 75.0 ug/ m ³ Suspended particulate
9	金屬粉塵，Metallic fumes	使用最好的控制技術

資料來源：加拿大The Gatineau Preservation Center

二、注意事項

（一）檔案庫房空氣清淨設施之基本配備與完整配備

1. 基本配備為設置足夠數量且配有HEPA級濾網的空氣清淨機，來對檔案庫房內微塵顆粒進行過濾處理，以達到防範微塵及黴菌孢子對檔案材質危害之基本需求。

2. 完整配備為搭配檔案庫房空調系統，於空調機器設備內設置初級濾網、中級濾網；於空調風管設置HEPA級過濾網、吸附過濾有害氣體之活性炭與複合化學藥劑之適當過濾器，以對檔案庫房內微塵顆粒與有害空氣進行過濾、吸附與淨化處理。
 3. 上述2種配備方式之送風量循環率，以不低於每小時6次為原則。
- (二) 過濾裝置必須定期作維護保養，以免濾網積塵後吸收溼氣，進而繁殖大量黴菌，衍生逆向污染檔案庫房的情形。
 - (三) 新鮮空氣吸入口建議設置與平面街道保持足夠的高度距離，而且遠離實驗室、廁所、廚房等廢棄排氣口，避免引進外界空氣中污染物質進入檔案庫房。
 - (四) 高壓靜電型過濾器於使用中會產生臭氧危害檔案，建議不得使用。
 - (五) 處理空調濾網之更換或清洗時，必需作妥處理人員安全防護，如戴口罩、手套等，以防止濾網內衍生之生物氣膠或黴菌被過量吸入人體，造成感染。
 - (六) 對於設置有害氣體污染物吸附過濾裝置，其設置需評估於庫房內檔案材質、操作人員、器具設施，以及外界大氣滲入庫房等因素，所產生的有害空氣種類與數量，方能選用吸附過濾設備之型式、數量與處理氣流速度等，建議洽詢有經驗的專業空調技師進行評估與設計，並於審慎評估設置與後續維護成本後，再加以設置。

三、案例說明

- (一) 某機關檔案庫房，長10公尺、寬6公尺、高3.2公尺，在經費有限下，擬採設置空氣清淨機調節庫房空氣清淨度。
- (二) 設有HEPA級濾網之空氣過濾機方面：該庫房容積為192 立方公尺，過濾循環風量（換氣率）為每小時6次，循環風量需求為 $192 \text{ (立方公尺/次)} \times 6 \text{ (次/小時)} = 1,152 \text{ (立方公尺/小時)}$ （相當19.2立方公尺/分鐘）。
- (三) 購設空氣清淨機，如使用風量315 CMH（=立方公尺/小時）之HEPA級濾網空氣清淨機，需設置5部（ $1,152/315 \approx 4$ 部，加上1部備援）；若使用風量575 CMH之HEPA級濾網空氣清淨機（本例為Honeywell機型8-16坪機種），設置3部即可達到需求（ $1152/575 \approx 2$ 部，1部備援）。



(四) 美國國家檔案館II館之空調風管系統圖

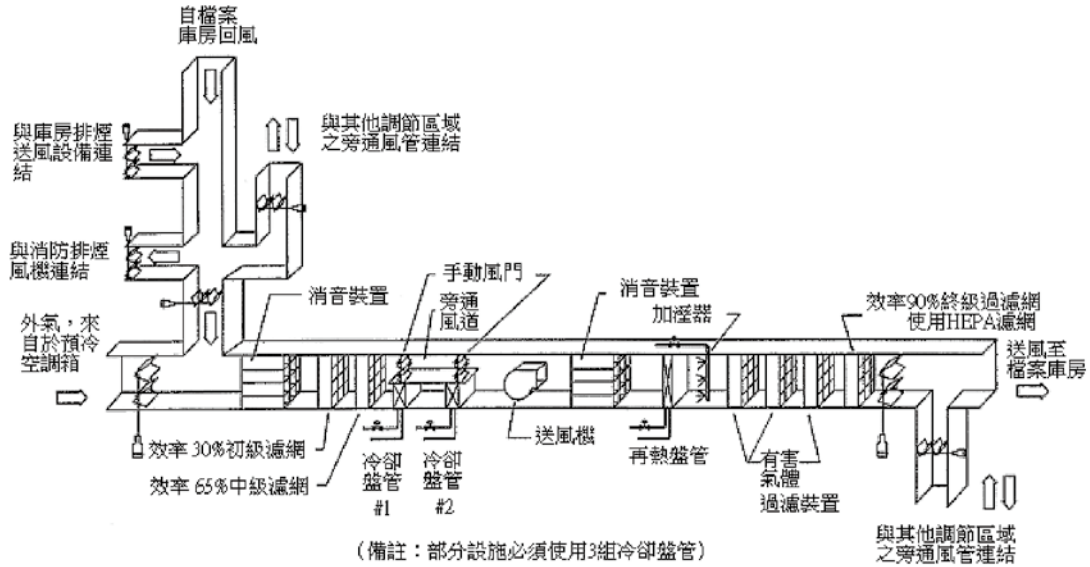


圖 35 美國國家檔案館 II 館之空調風管系統圖

(五) 國家檔案典藏場所空調濾網照片



圖 36 國家檔案典藏場所空調初級濾網

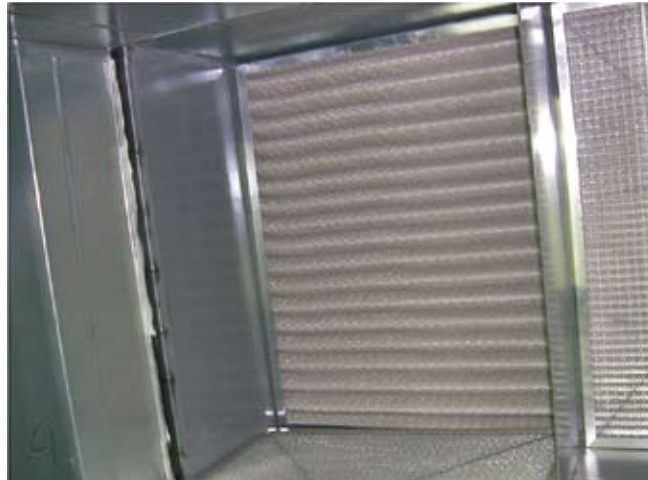


圖 37 國家檔案典藏場所空調中級摺式濾網



圖 38 國家檔案典藏場所空調 HEPA 級濾網