

博物館溫溼度U化的優質管理

岩素芬、張琳、周泰銘、呂鈞君、徐怡德

在國際間發展「優質網路社會」(Ubiquitous Network Society 簡稱UNS)的趨勢下，博物館如何透過建置U化基礎建設，並運用整合感測、運算及網路能力之新興技術—Wireless Sensor Networks (WSN)，以簡易、便利、彈性的方式達成U化藏品溫溼度之管理目標，為本院近年推動「縱橫五千年悠遊掌中天—新世紀U化故宮優質園區示範計畫」目標之一。期望藉由本案例之推動經驗，帶動產業關鍵技術之發展，打造未來更優質之藏品保存環境管理，成為國內博物館U化典範，並與國內外博物館做經驗分享。

文物溫溼度管理概述

延長文物存世的首要條件，是使文物處於適合其材質特性且穩定的環境中，因此博物館的文物不論存放在哪個場所，都必須控制其溫溼度，而監測是控制的手段之一。雖然大型

現文物損壞的現象，因此對溫溼度敏感的文物不能以大空間的平均溫溼度為參考，其溫溼度必須被嚴格的監測與控制。

再者，博物館內溫溼度仍會受到建築體外在氣候，或是遊客人數的影響，導致溫溼度異常或些微浮動的情況，例如遊客眾多時，為避免二氧化碳濃度過高，須提高空氣交換率，則進入的外氣溫溼度就會影響展場內的溫溼度；又如眾多遊客群聚展櫃前，則會影響展櫃內溫度，或天雨時遊客身上的水氣也會影響展場的相對溼度。

此外，也有其他影響展櫃中文物的溫溼度因素，包括燈光、展示用材的含水率等，因此必須將溫溼度的監測器與文物同時放在展櫃中，才能反應出文物所處環境的溫溼度狀況，每個展櫃的條件也可能因其差異性，造成展櫃內微氣候的不同。由於控制大環境的溫溼度耗費力，故藉由展櫃微環境的控制，以達到保護文物的目的，因此針對特殊材質文物所在處，佈置溫溼度紀錄器進行監測，以確保適合文物的微氣候。

本院對文物的溫溼度監測向來是

博物館皆設有空調系統以達恆溫恆溼的目的，但一般由空調系統相對應的溫溼度監測，是以各空間的平均溫溼度為監測目標；以國立故宮博物院為例，空調系統所搭配的溫溼度感測器，一間展場約兩個（一個在展間，

首要任務，除了空調部門的監控儀器外，文物保存維護部門也針對特殊文物材質所在之展櫃，擺設溫溼度監測紀錄儀，即使庫房也是如此。經兩者的溫溼度監測紀錄儀雙重數據比對，以確認溫溼度的控制無誤。本院的文物保存維護部門溫溼度監測已行之多年，在執行溫溼度監測時有以下數個瓶頸。

- 一、傳統溫溼度監測記錄，必須依靠人員至現場閱讀機器的數據，了解溫溼度是否符合標準及維持穩定，往往耗時費力；
- 二、無法即時掌握異常現象，並進而應變處理；
- 三、若欲了解歷史數據，必須請文物保管單位，打開展櫃拿出儀器，解讀紀錄紙上的資料；
- 四、從長期紀錄表尋找過去的資料，需花費較多時間；
- 五、無法得知溫溼度監測紀錄儀的電池使用壽命。

此外因庫房管理向來嚴格，不易進入，若需即時了解溫溼度，較不方便，溫溼度數據若能即時傳輸，則可以改善上述的問題。本院過去一直密



監測系統主機平台
(登錄保存處)

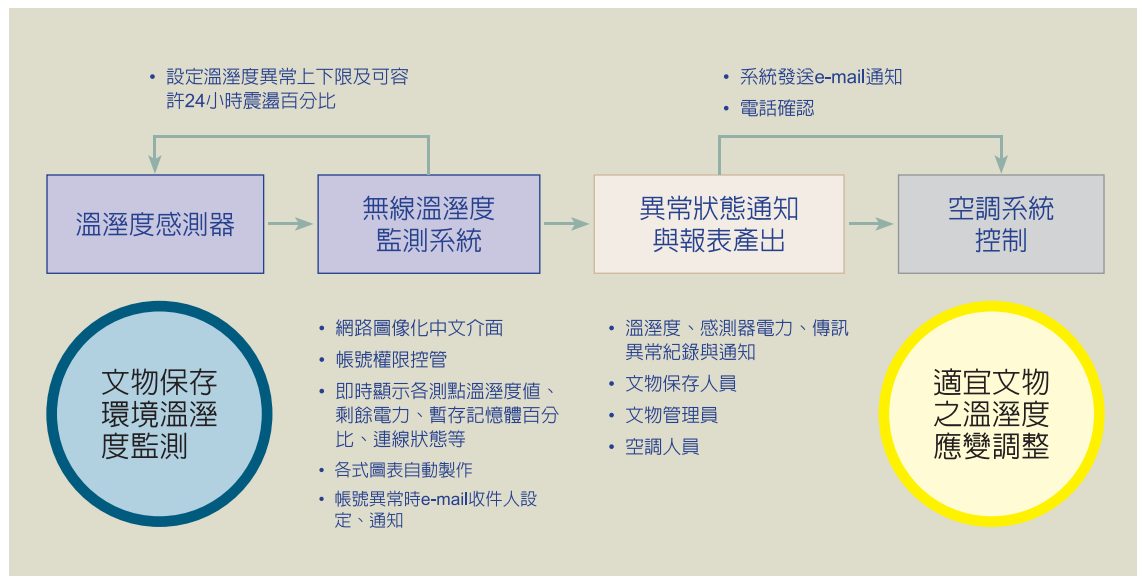
另一個在展櫃)，且為定點式，無法呈現文物所在的溫溼度。有些對溫溼度較敏感的文物，如金屬或有機材質（紙、木、絲、棉、牙、骨、果、核、墨等），或者複合材質，一旦偏離其適合的溫溼度條件，很快就呈

切注意即時傳輸的技術，發現有些博物館，如大英博物館使用長波無線電傳輸的技術，但是長電波的申請使用是受管制的，再者長波在傳送時容易受到屏障、干擾，效果可能不佳。

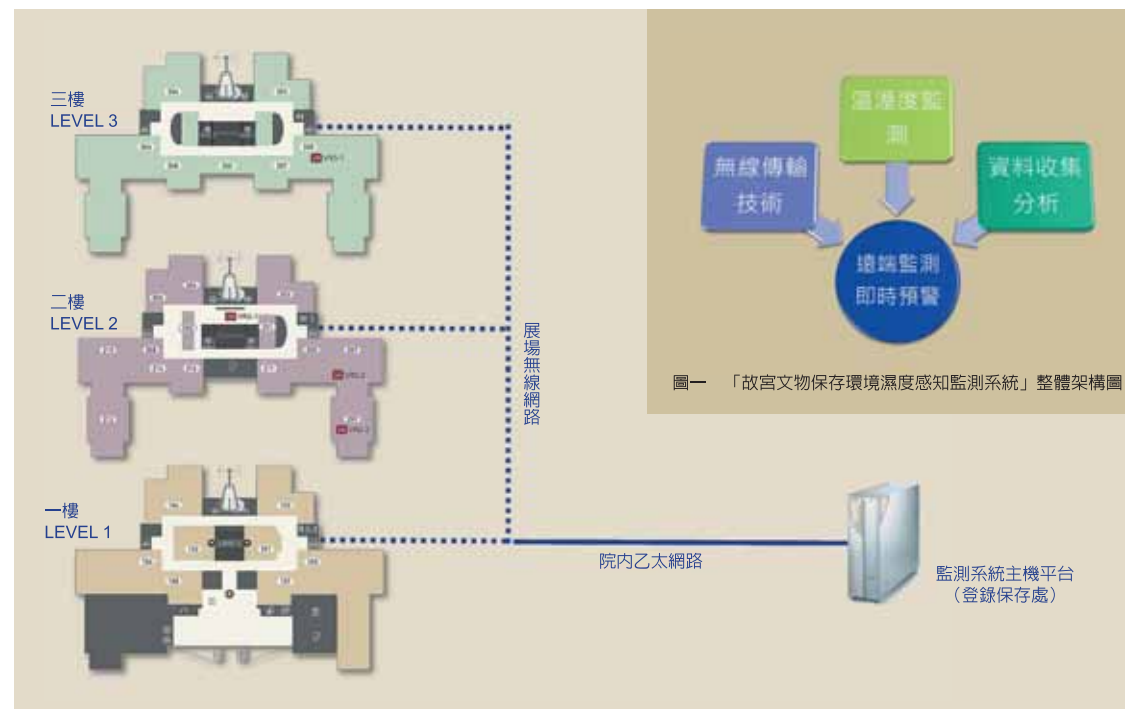
U化的溫溼度監測系統

近幾年隨著電子科技突飛猛進，溫溼度數據傳送管理已可透過網路將訊息快速傳回。當政府正在推動「U化台灣計畫」時，故宮有感於無線網路溫溼度監測正符合U化「隨時隨地，無所不在」的精神，於二七年列入本院「U化故宮計畫」共同執行。本項計畫——「文物保存環境溫溼度感知監測系統建置」的目標為，一為文物藏品建置優質的保存環境，再者增進博物館藏品管理人員對文物藏品狀況的掌控，三為當藏品環境狀況有異常現象時，可即時警示通報。

本項計畫的逐年規劃為，第一年針對所有文物存放地點，規劃院區文物之整體監測系統，內容包括將文物保存之任何空間皆納入考量，如庫房、文物修護室、展場、文物攝影室等。第二年開始實際建置，在文物典



圖四 監測系統功能說明



圖二 故宮文物保存環境濕度感知監測系統架構圖（正館展場）

參考資料

1. 劉樹林、樓朋竹 (2009年8月14日), 〈博物館無線溫溼度監控系統的探索〉, 中國文物報保存科學週刊。
2. Lina M. Pestana Leão de Brito, Laura M. Rodríguez Peralta, Filipe E. Sousa Santos, and Roberto P. Ramos Fernandes (2008). Wireless Sensor Networks Applied to Museums' Environmental Monitoring. *The Fourth International Conference on Wireless and Mobile Communications*, p. 364-369.
3. Dr Martin Hancock (2004). *The Ocean Project at the V&A. Conservation Journal*, Spring 2004; Number 46. URL: http://www.vam.ac.uk/res_cons/conservation/journal/number_46/ocean/index.html
4. Susanna Nelson (2007). *Conditions are clear Cabling connection*, October/November, p. 44-46. URL: <http://www.enviropoint.info/pages/Cabling%20Article%20Oct%202007.pdf>

目前國際間以無線網路進行溫溼度監測的博物館並不多，如澳洲

結語

功能，如圖四所示。

作者詳任職於本院登錄保存處

之責。

三、建置監測系統

本監測系統軟體設計為友善之圖形化介面，使用者可藉由直覺及簡單的操作步驟，快速地達到溫溼度現況掌握、警報狀況處理及解除、歷史監測資料查詢及繪圖、監測點位置、資訊及基本設定調整等。整體監測系統功能，如圖四所示。

(三) 資料收集器將數據透過展場無線網路架構，再透過院內乙太網路，上傳至文物保存單位之系統主機。

(四) 經授權之使用者可由網際網路連線至系統主機，依權限即時監看。

穩定、有效之故宮文物保存環境溫溼度監測系統。

二、無線傳輸架構 (圖二)

本系統無線傳輸架構說明如下：

(一) 一一〇個無線溫溼度監測點，分布於一至三樓展場與展櫃。

(二) 透過Zigbee網狀網路，將監測數據上傳至資料收集器。

藏與展場溫溼度管理之優先性、院區無線網路基礎環境建置之時程、有效運用經費等諸多考量下，遂決定以故宮正館展場為優先建置場域，以無線技術克服展櫃內溫溼度監測之限制，並可統整目前使用多種類型之溫溼度感測器 (sensor)，藉由軟體管理系統，設定各監測點之溫溼度上下限、進行連續紀錄之保存、溫溼度震盪之管理、警報管理與通知、監測各種需求之報表之設計、分析，溫溼度感測器電源管理等例行性工作，皆可利用本次整合監測系統之力，達到自動管理、簡化人力之目的，並使院內典藏文物之保存環境管理更為精進。以下介紹本系統之架構。

一、系統架構 (圖一、二)

整合無線傳輸技術、溫溼度監測，與資料收集分析，並透過無線監測網之佈建，監測點可因應展場隔間、特展文物異動，彈性調整其位置及數量，所監測之數據除可即時反映展場溫溼度現況，並可針對異常狀況即時警報，所有資訊最終皆進入文物保存環境溫溼度之資料庫保存、管理，俾供日後擷取分析，建構即時、



圖三 監測系統無線傳輸架構 (以本院正館展場一樓 106、108展間為例)