

智慧建築與照明技術現況

作者：王寶慧 / 資策會 智慧網通系統研究所

近年來智慧建築這個名詞在全球掀起了一陣流行的旋風，建築物透過高科技技術的導入，結合各類感測器的建置，賦予建築物智慧，向人們展示著更舒適、節能的生活願景。

而台灣自1989年引進智慧建築的觀念以來，智慧建築已成為國內重要的發展政策之一，內政部建築研究所與各界研究後，推動智慧建築標章認證，希望透過這樣的認證機制，讓各界了解何謂智慧建築，以及智慧建築的重要性，並且讓智慧建築改善我們的居住空間。

科技日新月異，人們對未來的期待也會來愈多，曾有人開玩笑說NOKIA的名言『科技始終來自於人性』應該改為『科技始終來自於惰性』，因為人們的惰性造就了科技的推陳出新，讓生活多了無限可能。近年來能源危機的意識，造就了許多節能的科技產生，這些新的想法結合新的科技，催生了許多新的應用，智慧建築就是這波科技智慧化的產物。

雖然各國對智慧建築的定義不同，但都與自動化、節能、便利與資訊技術脫不了關係，因此我們認為智慧建築是透過

sensors的佈建使建築物擁有像人類的神經網路，透過資通訊技術將神經感受傳送至大腦(即server主機)，再依造大腦所下的指令，讓建築物的硬體設備進行調整，提供使用者更舒適、更便利的生活空間。這一連串的動作都代表著建築物更加智慧化、科技化、人性化。

1984年由美國聯合技術系統公司(United Technology Building System Corp.)改造完成的全球第一棟智慧建築，座落於美國康乃迪克州，管理者可以透過電腦控制空調、用水、防火、防盜、與供配電系統，使建築物智慧化。往後幾年，智慧建築在世界各地如雨後春筍般的出現。在推陳出新的過程中，智慧建築的技術也更加進步。

然而，在建築物智慧化的初期，智慧建築處於各自為政的狀態，各家的系統與硬體設備都各自獨立，例如：門禁系統、監視系統、防盜系統等，各有各的管理介面，有些甚至互不相容，因此要推動智慧建築，首要的任務，必需要有能力將這些系統加以整合，讓使用者能更簡單便利的進行管理與操作。

但隨著網路的普及，許多系

統的也朝開放式架構發展，過去各自獨立的系統有機會透過網路，進行初步的整合，透過網路建立管理平台，使用者可以更簡單的操作與管理各系統，例如：若有警鈴聲響，管理者可透過監視系統的畫面，即時確認警報聲響的原因，若有需要，可即時派員前往處理，甚至系統畫面也可做為警政單位的重要證據。

除了結合網路整合系統外，腦筋動的快的業者，透過各種sensor的佈建，瞭解建築物的耗能与即時狀況，提供使用者更多的資訊，並藉由開放式控制的網架构，將自動化的思維導入建築物中，賦予建築物類思考的網絡神經，讓建築物中的人與設備間的關係更加的密切，互動更為頻繁，使生活更加的貼心便利。

新一代的系統整合服務，除了提昇生活品質外，透過工法的進步、智慧化產品的美觀設計、系統升級的事先規劃，大大降低建築物智慧化的成本，減少智慧化的作業空間與未來系統維護的機率，不但不影響既有的居住空間，甚至透過建築物智慧化的導入，使系統更趨穩定，居住品質更提昇。

此外，為了因應全球暖化造

成的氣候異常，各界紛紛提出節能方案。依據美國國家科學委員會預估，全球建築的能源消耗達全球能源消耗總量的三分之一，至2025年建築物將會成為全球最大的資源消耗者，若建築物的管理效能不佳，將有近50%的水、電都是白白浪費掉的。尤其是老舊建築物更是耗能的元兇之一，主要原因在於，老舊建物當初在建設時，大多未將能源使用效率列入考量，因此未有一套有效的能源管理機制，加上既有之線路與設備已老舊，改善空間有限。

有效的建築能源管理系統，結合了各類感官網絡，可以降低

使用者不良習慣造成的能源浪費，也能使生活舒適，達到節能源碳，環境舒適的目的。因此各類的感測器因應而生，依據資策會MIC的研究資料顯示，目前感測器種類與應用的領域如下表：

透過感測器蒐集建築物的能耗資源，並藉由有線／無線網路將這些資訊集中至管理中心，由管理主機將這些資料分析後，對建築物之對應設備發號司令，決定各設備運作之順序；管理者可以進一步使用感測器所蒐集到之建物資訊，透過整理、分析與比對，產生使用者行為預估與建議，更能落實建築物智慧化。

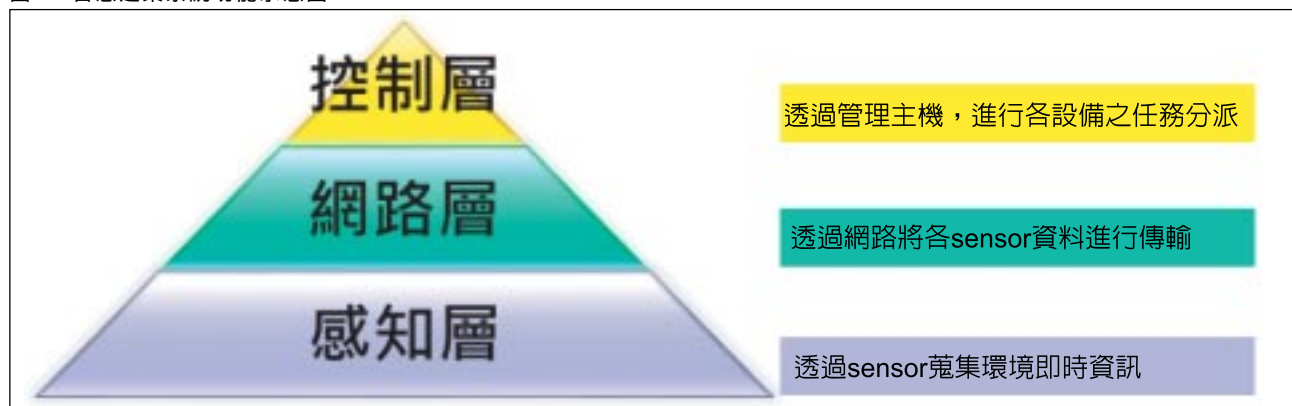
依據102年12月經濟部能源局委託財團法人台灣綠色生產力基金會所做的調查報告顯示，建築物的耗能中，以空調與照明為大宗，其中空調耗電平均佔建築物耗電量約32%~54%，照明耗電平均佔比約15%~30%，二者合計約佔整棟建築物總耗電量比例達六、七成，而建築物外殼的壽命遠大於空調設備與照明設備，因此除了透過建築物的外殼設計減少能耗外，藉由資訊技術的導入，與生產技術的提昇，都是提昇居住品質的良方。

過去幾年來政府單位大力推動「日常節能指標」，希望台灣的

表1：類感官與各類感測器之對應關係

感官類別	感測器類別		使用原理	應用領域
眼睛 - 視覺	影像感測器	CCD 感測器、CMOS 感測器	光電效應	建築、遠端居家監視、智慧型手機、數位相機、機器人、汽車等
耳朵 - 聽覺	壓力感測器	電容感測器、陶瓷感測器、動能麥克風	電容變化、壓電效應	建築、智慧型手機、喇叭、麥克風等
皮膚 - 觸覺	壓力感測器	半導體感測器、壓電感測器	電阻變化、溫度變化、壓電效應、溫度特性	建築、汽車、機器人、氣象等
	溫度感測器	熱敏電阻感測器、白金感溫電阻感測器、熱電偶感測器		建築、智慧家庭感測器、氣象、汽車、機器人、智慧手環等
鼻子 - 嗅覺	氣體感測器	半導體感測器、電化學感測器、催化燃燒感測器、熱導感測器、紅外線感測器	電導率變化、氧化或還原反應、熱導率變化、特徵吸收峰變化	家庭、辦公大樓、工廠、汽車、醫療等

圖1：智慧建築系統功能示意圖



建築都能朝綠能、節能的智慧建築邁進，融合建築物外殼節能設計、空調效率設計與照明效率設計減少這三項主要耗能原兇的能源浪費，另一方面利用政策對於大用戶空調用電進行規範，例如：限定大賣場、百貨公司等空調耗能較大者，夏季室溫不得低於26度，以避免尖峰用電超過台電負荷，目前已有一定的成效。

緊接著照明耗能的管理將是未來幾年的重點項目之一，除了在規劃階段就要依據建築物的位置與外觀進行合適的燈具數量規劃外，並全面改用節能燈具，減少耗能，更可結合感測器與資通訊技術，對室內照明進行自動化調整與管理，進一步提昇空間舒適性，同時減少能源浪費。

全球智慧照明的進步歷程，可以透過全球照明大廠 Philips 的市場佈局窺知一二，Philips 自1999年起即投入LED新光源的研發與市場佈局，除了自主研發新產品外，透過併購方式，將其照明版圖進行垂直整合，其領域涵括了光源、照明零組件、照明控制系統與燈具設計等，截至目前為止 Philips 仍是智慧照明市場的龍頭老大，正因如此 Philips 也擁有足夠的影響力，足以號召成立 Zhaga 聯盟，主導光引擎介面標準，間接促使 LED 產業的蓬勃發展。

一般來說，智慧照明是指照明設備可以依據外在環境狀況，自動調整照度與亮度，以營造出

使用者需求之空間氛圍。為了達到此目的，需要結合感測網路、資通訊傳輸技術，依據各種感測器所偵測到之環境變化，使燈具可自動調整照明狀況。這一連串的技術都是促使智慧照明更趨成熟穩定的關鍵要素，唯有成熟穩定的技術，才能廣泛被大眾所接受，應用於生活之中。

目前照明設備已從原本偵測有人或無人時可自動開、關的階段，進化到可依環境變化進行燈光調整，在日間室內光線明亮充足、黃昏自然光開始下降或天氣變化時，燈具可依照亮度感測器所偵測到之光線變化，自動進行亮度調整。

智慧照明系統可藉由感測器所量測到的資訊，調整燈具的燈光變化，使其達到視覺上最佳照明或是符合使用者生理需求之照明亮度，由於網路科技的普及，智慧照明也可搭配遠端遙控系

統，利用各式手持設備進行控制與操作，更可透過系統的設定，達到節能與降低成本的效果。

以停車場智慧照明為例，在停車場佈建感測網路，即時掌握場內人、車移動狀況，自動調整場內照明；若搭配電力監測裝置，不但可以全面監測所有設備，更可進一步瞭解各項設備之使用狀況，一旦發生故障，系統可以立即將事件資訊傳送給管理人員，縮短維修時程，提高照明品質。這一兩年完工的新北市國民運動中心中有三重、蘆洲、淡水及最近開幕的板橋館，採用資策會智通所團隊研發之智慧照明技術，提供民眾便利安全的停車環境。

除了一般民生需求外，智慧照明也被引用至商業用途，有別於一般靜態展示，透過百貨公司或是賣場的忠實消費者自主開主之消費資訊，自動展示櫃之燈光

圖2：新北市國民運動中心導入智慧照明管理系統之實況



資料來源：資策會 智通所智慧照明技術團隊

圖 3：台南赤崁樓燈光智慧照明燈光秀



資料來源：吉田榮一 拍攝

可以依其過去消費喜好，自動將燈光打在特定商品上，以吸引消費者之目光，增加商品詢問之機會。智慧照明也可應用於古蹟活化上，台南赤崁樓燈光秀，就是結合了古蹟、音樂、智慧照明的最佳範例，利用智慧照明系統，配合音樂的節奏，將古蹟的美傳送到遊客心中，留下美麗的印記。

總而言之，依智慧照明應用來看，主要可分為照明監控管理、照明事件管理與照明控制調光三大部份，照明監控管理主要是依照空間使用人數與空間使用之照明需求進行照明監控，透過監控設備的裝設，蒐集照明用電資料並加以分析，最終產出使用習慣分析與建議；而照明事件管理，則是將照明設備之異常狀態即時通知管理者，使管理者能在最短時間內排除事件，避免照明設備損壞所造成的意外事件；最

後系統可以經由監控系統的資料進行分析後，依照設定進行智慧自動控制，搭配物聯網的技術，管理者可以透過手持設備，以遠

端的方式下達指令進行管理。

智慧照明與智慧建築之系統架構有異曲同工之處，兩者均是透過有線／無線網路將現地端之感測器所量測到之環境資訊傳送至管理主機，由管理主管依照使用者所設定之參數資料，自動進行調整。

簡單說來，智慧照明之技術主要由感知層、網路層與應用層堆疊而成，各層間又有著密不可分的緊密關係。由於全球照明設備市場出貨量規模逐年攀升，預估至 2020 年將逼近 900 億美元，成熟的技術與強大的需求，迫使燈具價格快速滑落，間接減緩智慧照明相關產品的削價競爭，確保基本利潤，各家業者思考如何利用感知網路與資通訊傳輸技

圖 4：智慧照明應用層架構圖

照明監控管理

環境監控

明亮度、能見度、人數

裝置狀態診斷

依據電壓、電流、功率等：

- 1.異常
- 2.失效(故障)
- 3.累計使用時數(燈具壽命參考)

用電行為資訊

使用習慣分析

照明事件管理

控制(異常) 規則管理

事件通知：

- 1.異常警示
- 2.失效故障
- 3.裝置使用狀態
- 4.使用行為、分電資訊
- 5.能方案建議

故障排除

緊急備案

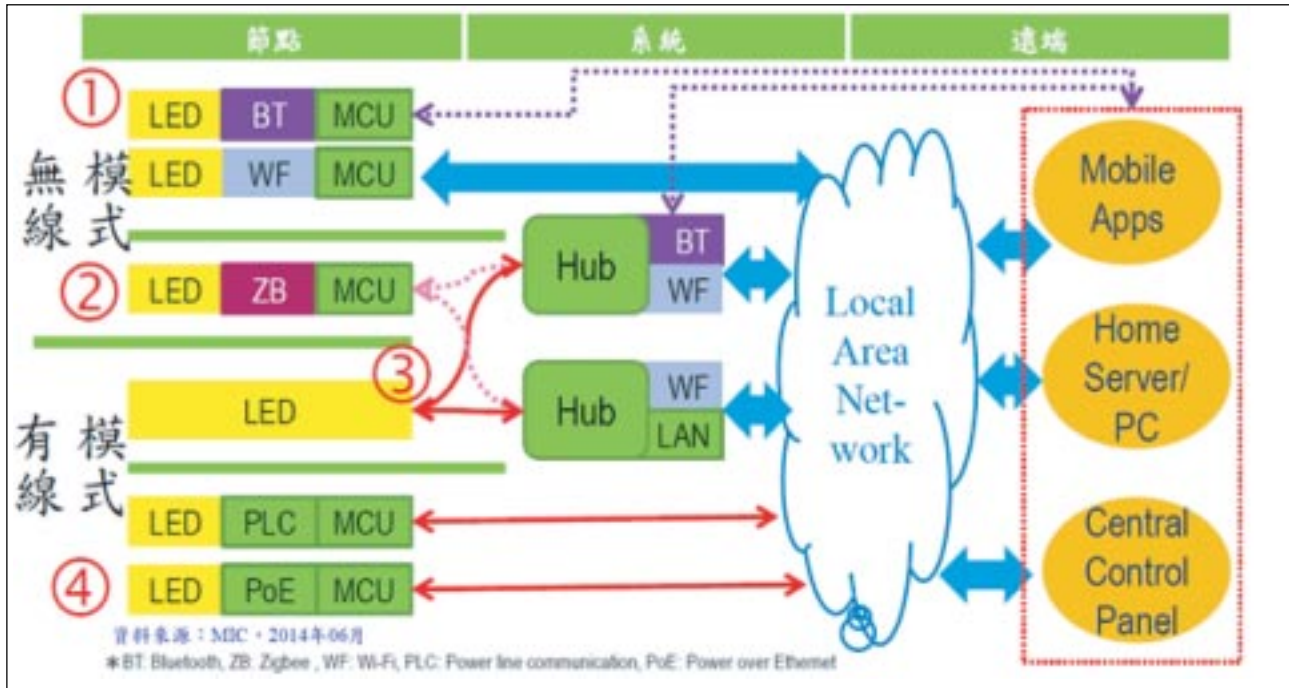
照明控制管理

智慧自動控制

智慧自動控制

資料來源：MIC 整理，2015 年 2 月

圖 5：現行智慧照明推展模式



資料來源：資策會 MIC，2014 年 6 月

術，將照明設備智慧化，提昇競爭力與產品價值，以照明設備的使用環境來看，其智慧照明需求可分為單一控制、局部控制、多元應用三大類，再依其使用環境與對應的技術加以區分。

由於各使用空間之照明需求迥異，因此完整的智慧照明需要透過有線或無線的方式，單獨使用或結合感測模組、照明模組、控制模組，以達到智慧照明的目的。

在物聯網概念風行之之前，智慧照明是以有線或無線方式，結合控制模組為主，但近年來物聯網概念愈來愈普及，智慧照明不再只有控制，也透過感測器，進行軟硬整合，使照明更人性、更智慧，過去舊建築內導入智慧照明，照明設備大多採有線方式進

行串連，因人工拉線成本過高，在推動上遇到障礙，後有少數業者將照明設備結合無線模組，由於產量不大，因此成本也居高不下，造成市場推動不易。

近年來各業者為推動智慧照明，將照明設備、感測模組、控制模組等改採無線方式進行串連，且改變原本的一對一的方式，依據使用環境的特性，改採單一感測與群組控制的方式，無線模組建置成本較低，且易於更新替換，推升了智慧照明市場的成長。

無論是智慧建築或智慧照明，均與環境感測與人因工程脫不了關係，目前最重要的是建立各模組之生產開發共通標準，讓模組間具相互替換性，增加建置時期之選擇性，同時也降低未來

維護與替換之風險及成本，強化產業鏈上下游業者產品間的垂直整合，創造加值服務空間，可依據人因工程與外部環境變化，提供更舒適的使用環境。CTA