

## 知識物件上傳表

計畫名稱：高效能照明系統技術開發及應用推動計畫

上傳主題：智慧照明通訊接口標準研析

提報機構：工業技術研究院

提報時間：110年 09 月 07 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input checked="" type="checkbox"/> 1.國內 <input type="checkbox"/> 2. 國外：(註明國家名稱)
能源業務	<input type="checkbox"/> 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2.石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input type="checkbox"/> 4.新及再生能源 <input checked="" type="checkbox"/> 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6.其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1.能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2.能源安全 <input type="checkbox"/> 3.能源供需 <input checked="" type="checkbox"/> 4.能源環境 <input type="checkbox"/> 5.能源價格 <input type="checkbox"/> 6.能源經濟 <input type="checkbox"/> 7.能源科技 <input type="checkbox"/> 8.能源產業 <input type="checkbox"/> 9.能源措施 <input type="checkbox"/> 10.能源推廣 <input type="checkbox"/> 11.能源統計 <input type="checkbox"/> 12.國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言(策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
重點摘述	<p>目前國內商用市場趨近飽和而民用尚未普及情況下，從市調資料明顯觀察到國內照明產業成長率逐漸緩和，LED 智慧照明系統現階段要推廣至民用尚須克服下列問題：1)使用者習慣;2)系統建置費用;3)系統後續維修，改變使用者習慣可透過燈具系統額外附加之智慧增值功能吸引消費者使用，使智慧系統在未來成為大眾生活中不可或缺的一部分。近年LED燈具價格相較前幾年已降低許多，但系統從控制器至雲端伺服器主機之硬體成本對於小家庭仍然過高，目前燈具廠商已積極開發用於小場域之照明系統，未來可望降低整體建置費用以利推廣。智慧照明系統由於複雜度高，國外大廠通常採取一條龍的解決方案，而國內智慧照明產業由於缺乏完整系統解決方案供應商，導致從燈具、控制器、中央管理系統與系統運營等各項功能通常由不同廠商合作整合，且所使用的通訊協定五花八門，如 DALI、ZigBee、Bluetooth 或 Wi-Fi 等，導致整體系統與它牌燈具周邊產品相容性低，當系統過保固後消費者無法從市售通路挑選符合系統功能的燈具或周邊裝置並自行安裝，進而降低消費者選用智慧照明系統之意願。</p> <p style="text-align: center;">本計畫針對智慧照明系統相容性問題，提出LED燈具之電通分離</p>

標準通訊接口概念，於系統端與燈具端間採取統一接口連接，其中包括輔助電源線與訊號線，目前有類比與數位兩種接口，去年已完成多間廠商產品間相容性測試，通過測試之系統與燈具可交互使用並保持功能正確性，而今年進行數位標準接口通訊穩定度研究，則是為了降低不同系統之間於長時間使用下通訊異常狀況，進一步提升智慧照明系統穩定度。

詳細說明

蒐集國際各國制定的標準，搜尋類型分為下列3類，1)照明相關; 2)智慧照明; 3)標準通訊接口，結果如表1所示，其中大部分的標準都是針對不同燈具的規格、材料、使用環境或檢驗方法作規範，關於智慧照明或標準通訊接口相關的標準偏少，標準接口部分約搜尋到4份相關的標準與規範，分別為 ZHAGA(歐盟)、公共智能照明系統接口應用層通信協議(中國)、智慧家庭裝置互聯協定(台灣)與 TALQ 智慧城市協定(國際組織)，可將其分類為硬體標準接口、軟/硬體標準接口與軟體應用層標準接口。

- 硬體標準接口：燈具外觀或周邊硬體等物理標準規格，如 ZHAGA。
- 軟/硬體標準接口：硬體通訊連接上為統一接口外，並使用相同的通訊協定，如智慧家庭裝置互聯協定。
- 軟體應用層標準接口：無強制規定硬體型式，只規定軟體應用層間之標準通訊協定，如公共智能照明系統接口應用層通信協議與 TALQ 智慧城市協定。

表1 國際照明標準蒐集

	照明相關	智慧照明	標準接口
美國(ANSI NEMA IESNA)	45份	3份	0份
歐盟(IEC)	54份	0份	1份
中國(GB、GB/T)	160份	14份	1份
日本(JIS)	74份	0份	0份
台灣(CNS)	54份	6份	1份

通訊穩定度測試主要目的為驗證智慧照明系統中系統端與燈具端通訊規格符合規範之最低要求，且能正常動作，統整序列傳輸與訊號完整性相關文獻後可列出下列要點：

### (A) 傳輸速率

序列傳輸是發送端與接收端同時使用同一種傳輸速率下，接收端硬體根據所設定速率以對應週期進行讀取位元(Bit)動作，並根據電壓閾值判定其為高低邏輯準位，故高速序列傳輸要求精確且較高的系統時脈。

### (B) 訊號波形

訊號完整性指的是訊號波形完整與無損害的程度，一個理想的數位訊號具有乾淨、快速的上升邊緣、穩定有效的邏輯位準、準確的時間位置與近乎零暫態等條件。

### (C) 系統

系統包含發送端與接收端，除了上述兩種電氣規格外，也需符合數位標準接口所定義之通訊協定(6 Bytes)、系統最低反應時間與封包傳輸量等條件，方可正常動作。

根據目前蒐集文獻資料，歸納出標準接口通訊穩定度之可測試項目，其中包括通訊準位、通訊速率、通訊距離、反應時間、無效封包測試、系統壓力測試及眼圖遮罩測試，詳細內容如下：

### (A) 通訊準位

在數位的世界中，訊號只有0與1兩種狀態，而負責介定訊號狀態的參數為輸入低電位( $V_{IL}$ )與輸入高電位( $V_{IH}$ )，當輸入電壓高於輸入高電位為High，低於輸入低電位則為Low，而介於高低電位中間的區域為模糊區間，無法保證讀出來的值是高或低，每種通訊協定都會有其定義之輸入高低電位。以微控制器(Microcontroller Unit, MCU)為例，大部份採用3.3V與5V兩種操作電壓，其通訊介面包括通用非同步收發傳輸(UART)、串列週邊界面(Serial Peripheral Interface, SPI)、積體電路匯流排(Inter-Integrated Circuit, I2C)，如圖2.所示，數位標準接口所採用的通訊協定為3.3V UART，考慮到不同廠商間系統相容性問題，測試時採用2V與0.8V作為高低準位，與3.3V互補式金屬氧化物半導體(Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS)架構對接時也不會有通訊錯誤之可能性。

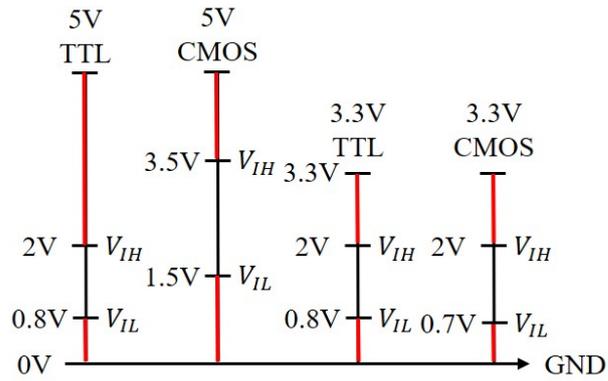


圖2. 微控制器使用之通訊準位

### (B) 通訊速率

通訊速率定義為單位時間內傳輸之資料量(Bit)，目前數位標準接口採用的標準速率為2400位元/秒(bps)，由於序列傳輸通訊本身並沒有 clock 線同步時脈，而是通訊雙方使用一致的速率進行傳輸，並由接收端進行解碼，擷取方式為硬體在資料位元中間附近取3個點做採樣，故傳輸速率如因時脈老化或電路設計導致時脈偏移，會造成封包解碼失敗之狀況發生，一般在設定為8位元資料、無同位檢查、1停止位元(8-N-1)下，其封包格式如圖3.所示，加上起始位元與停止位元，傳輸1位元組(Byte)需耗費共10bits，以最大可容許偏移量50百分比計算，通訊速率之最大容忍誤差百分比為±5%。

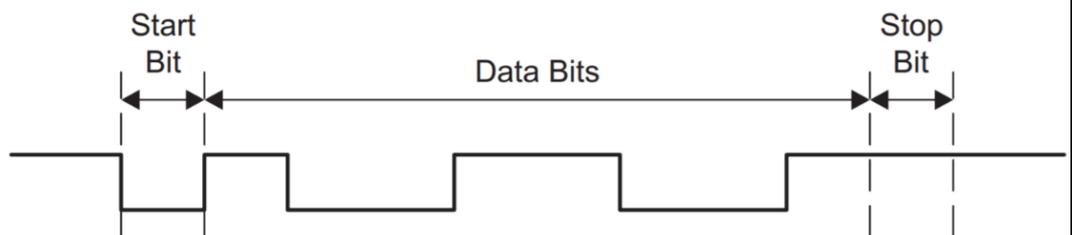


圖3. UART 封包格式

### (C) 通訊距離

標準接口通訊距離定義為系統端之標準接口至燈具端之標準接口的距離，根據通訊方式可能為有線或無線傳輸，有線傳輸於實務上會因為傳輸線材質、距離與環境因素導致傳輸訊號變形，線材而言純銅導線阻抗低傳輸效果最好，無線傳輸雖無線材問題，但生活中隨處可見的 WiFi 與藍芽訊號也會對訊號強度造成一定程度干擾而導致掉包

(Packet loss)，目前標準接口未強制對通訊方式、傳輸線材做規範，讓廠商自行評估環境去挑選適合的傳輸方式會比較彈性的作法，故評估後此項不列入測試項目。

#### (D) 反應時間

反應時間係指接收端燈具收到封包後之動作時間(ms)，一個完整的智慧照明系統通常包括後端伺服器、區域閘道器與受控單元，而「受控單元」又細分為「燈具」與「感測器」，對於使用者來說當按下調光按鈕時，調光訊號便會透過閘道器發送給燈具單元，完成一次調光動作，花費約幾毫秒，當場域中燈具數量達到幾十盞以上且具備感測器做照明策略運算時，如果反應時間過久系統不靈敏，會導致使用者體驗不佳，假設照明區域內有64盞燈具，於三秒內獨立調控一次，發送時間約花費1.6秒，則系統反應時間約需 $\leq 20\text{ms}$ 。

#### (E) 無效封包測試

設計照明系統時穩定性與使用者體驗為優先考量事項，任何誤動作或異常情況都應有一套排除方案，目前標準接口所定義通訊協定(6 Bytes)中，雖包含了1Byte的檢查碼，為了避免程式錯誤導致的誤動作狀況發生，設計兩種錯誤情境，分別為資料格式錯誤與檢查碼錯誤，系統在接收到此兩種封包時不應進行任何動作，避免系統異常。

#### (F) 系統壓力測試

照明為辦公大樓或家庭不可或缺，也是使用時間最長的設備，對於長時間運作的穩定度要求較高，為了檢測系統是否在長時間的負載下能夠正常運作，設計壓力測試，標準系統會以固定周期0.5秒的間隔對待測件燈具發送調光封包與詢問封包，傳輸時間維持1個小時，在測試過程中與結束後，系統功能都必須能正常使用才算合格。

#### (G) 眼圖遮罩測試

眼圖為數位訊號品質檢測的一種方法，透過多筆相同訊號不斷疊加最後形成像眼睛的圖，如圖4.所示，可用於檢視訊號電壓、雜訊和時脈同步等問題，比較指標性的數據包括上升時間(Rise time)、下降時間(Fall time)、失真(Distortion)、訊號抖動(Jitter)，其「眼睛」部分越大表示訊號品質越好，高速訊號由於每個位元發送時間短，對於訊

號品質的要求極高，目前標準接口採用的2400bps 速率，由於速度低導致眼圖範圍甚大，已不具有測量的必要，故不列入測試項目。

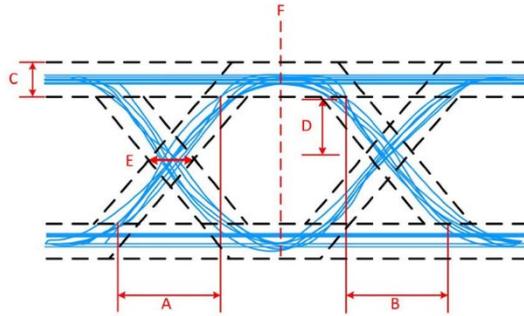


圖4. 眼圖示意圖