

LM-80 For ENERGY STAR : LED元件流明維持率驗證

■ 作者 曾劭鈞

LED燈具相較傳統照明的優點為其高效能/長壽命，但消費者實際使用後的觀感卻是LED燈具似乎未如想像中的長效能，且其價格尚未能貼近消費者的期望，因此大多數消費者仍停留在觀望的階段。

LED燈具相較傳統照明的優點為其高效能/長壽命，目前各家LED廠積極導入產品進入LED燈具照明市場，但消費者實際使用後的觀感卻是LED燈具似乎未如想像中的長效能，經過半年的使用就可發現色溫/亮度不均的問題，且其價格尚未能貼近消費者的期望，因此大多數消費者仍停留在觀望的階段。

根究其原因在於目前的LED壽命預估並未有一套標準可讓廠商遵循，LED燈具廠與LED元件廠的實驗方式也不一致。

LED元件廠量測方式

此定位系統是由14個telos motes所組成，沿著走道每隔十公尺放置在系館的天花板上。這14個motes將作為beacon的發射器，每隔200ms會發出一個帶有自己編號(ID)訊息的封包。本系統採用類似於MoteTrack的方法，依據預先收集的訊號強度特徵地圖(RSSI-Signature map)與追蹤當下目標物收集到的訊號強度特徵進行比對來估算位置。

為了讓LED元件維持在 $T_a(\text{Ambient Temperature})=T_j(\text{Junction Temperature})=25^{\circ}\text{C}$ 的溫度下工作，LED元件在未加散熱片並使用脈波方式進行壽命實驗，因此一般在規格書上可見其效能數據的溫度是 $T_j=25^{\circ}\text{C}$ 。

LED燈具廠量測方式：

LED燈具為成品，壽命實驗則是使用定電壓/定電流的方式進行，但LED燈具內包含電源供應器/燈罩/散熱片，且為多顆LED元件所組成，因此實際LED元件的工作溫度高於實驗的環境溫度 $T_a=25^{\circ}\text{C}(T_j>T_a)$ 。

LED的壽命與其使用溫度成反比，因此若LED燈具廠直接採用LED元件的壽命數值作為規格時，消費者看到規格與實際使用的落差也就因此產生。



有鑑於此美國能源部(DOE)下的環境保護局(EPA)所頒發的能源之星(ENERGY STAR)提出了LED固態照明燈具的驗證方式，其內容中表示若要取得其LED固態照明燈具的認證須檢附五項資料：

1.依照IESNA LM-79實驗方法產出的光度測試報告。

2.依照IESNA LM-79實驗方法產出的積分球輸出測試報告。

3.流明維持率：

· 選項一：LED元件性能

◎依照IESNA LM-80實驗方法產出的LED元件測試報告。

◎提供LED燈具的ISTMT(LED元件原位置溫度測試)報告。

· 選項二：LED燈具性能

◎依照IESNA LM-79實驗方式產出的6,000小時測試報告。

4.電源供應器

· 提供LED燈具的TMPPS(原位置電源供應器溫度測試)報告。

5.保固方式

在流明維持率的選項一中需要進行兩項的數據實驗，其目的就是要以LED元件的LM-80各項溫度實驗報告推算LED燈具的壽命，如此便可解決元件與燈具不同溫度所對應的壽命問題。

依照能源之星的標準，將固態照明燈具應用分成兩類，其要求規格與實驗標準如表一：

顧及產品上市時間及數據有效性，按照能源之星與IESNA LM-80的標準，實驗時間至少需要6,000小時，參照圖一說明。

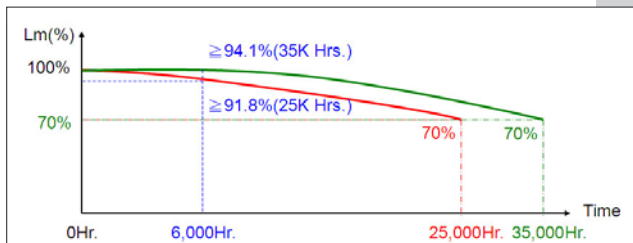
了解能源之星的要求後，接下來討論

表一 ENERGY STAR固態照明燈具壽命要求

使用範圍	要求規格	實驗標準
室內住宅	25,000小時 流明維持率 $\geq 70\%$	6,000小時 流明維持率 $\geq 91.8\%$
戶外住宅及商用	35,000小時 流明維持率 $\geq 70\%$	6,000小時 流明維持率 $\geq 94.1\%$

表二 LM-80實驗結果數值範例表

Ttime	25°C	55°C	85°C
0 Hours	100%	100%	100%
6,000 Hours	98.80%	95.20%	92.80%



圖一 ENERGY STAR壽命要求圖式

LM-80的規範內容，LM-80中實驗方式為使用3種測試溫度，分別為55°C/85°C，第三溫度點由廠商自訂，前文中有提到利用LED元件的LM-80報告推算LED燈具光衰壽命，使用下列的範列說明：

LED元件使用25°C/55°C/85°C進行LM-80實驗，6,000小時的結果如下表二：

廠商使用該LED元件於LED燈具上量測的溫度(TMPLD)為以下三種情況時，LED燈具的光衰壽命計算，可參閱圖三：

1. $TMPLD \leq LM-80$ 測試最低溫度(25°C)：

LED燈具直接使用LM-80報告25°C數值作為其光衰數值。

2. $LM-80$ 低溫(25°C/55°C) $\leq TMPLD \leq LM-80$ 高溫(55°C/85°C)：

套用公式1，進行LED燈具光衰壽命推估，若LED燈具溫度為75°C，

經計算後可得知該LED燈具的光衰維持率為93.6%。

3.LM-80測試最低溫度(85°C) ≤ TMPLED：

$$L_{TMP} = L_{below} + \left(\frac{L_{above} - L_{below}}{T_{z,above} - T_{z,below}} \right) (TMP_{LED} - T_{z,below})$$

LED燈具無法使用LM-80報告中光衰數值，須採用燈具ENERGY STAR中燈具點亮方式進行，或LM-80進行更高溫度測試。

$$L_{TMP} = 95.2 + \left(\frac{92.8 - 95.2}{85 - 55} \right) (75 - 55) = 93.6\%$$

經由LM-80的實驗搭配In Situ的溫度量測，LED燈具廠便可有一套計算壽命的依據，若需要計算更長時間(如:50,000小時)的流明維持率數值則需要搭配IESNA目前正在討論中的TM-21推估公式來進行計算，此份文件預計2011年將會產出。

LM-80的實驗目的為計算LED元件的平均光衰維持率，其實驗時間長達6,000~10,000小時，因此建議廠商的LED產品至少要先執行過一般的可靠性實驗(如:HTOL/WHTOL/HTSL...等)確認產品無可靠性問題後再執行LM-80的實驗，如此便可降低LM-80實驗執行過程

中的風險。

結語


2008年出版的IESNA LM-80在規範中有許多部分未交代清楚，例如：

1.Ts(Case Temperature)的重複定義，此部分常造成讀者無法釐清Ts指的是實驗的目標殼溫還是實際量測的殼溫，如 $T_s \geq T_{s-2^\circ C}$ 、 $\Delta[T_a - T_s] \leq 5^\circ C$ ，未有清楚的說明可能因此造成誤判或誤用。

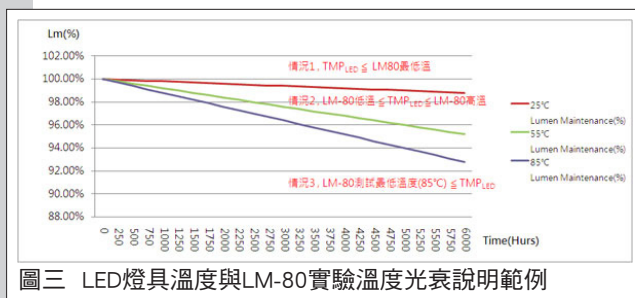
2.Ta未有指定量測位置，接近LED或遠離LED量測Ta溫度可能會造成實驗的結果不同。

3.Airflow未訂定風速，僅說明Minimized，實際LED燈具在使用時其實不會有類似Chamber的強制對流的環境，只有本身的熱對流，此部分未定義也可能會有實驗結果誤差的產生。

4.製程變更的實驗要求，僅在LED燈具中有描述方法，但在LED元件中卻未提及，比如色溫不同是否需要重新認證?此部分常讓廠商不知如何訂定實驗計畫。

以上項目在2011年的LM-80版本應會有較明確的說明，屆時應該能讓我們能更清楚規範的要求。LM-80的實驗已經讓LED元件及燈具廠商有了一套共同的標準及語言，對於LED元件廠商來說提供LM-80的測試報告已經是進入LED固態照明燈具的基本門檻，希望能藉由此文章讓國內LED廠商們加速了解此實驗，並取得國際認證。 

... 作者任職於宜特科技可靠度工程處經理 ...



圖三 LED燈具溫度與LM-80實驗溫度光衰說明範例