

終結隱形殺手！正視 LED 照明頻閃問題

作者 LEDinside | 發布日期 2020 年 07 月 09 日 7:30 | 分類 光電科技



您知道辦公室大部分光源都不是連續的嗎？它們以肉眼無法察覺的高頻率閃爍，但研究證明，一定程度的照明頻閃對人體有害。

2014 年 LFI 照明展會，美國能源局主持的固態照明訓練講座，其中一堂課即為「認識 LED 頻閃及為何應重視此議題」（Michael Poplawski and Naomi Miller，2014），重新開啟了業界對照明頻閃的討論。此議題早先由美國固態照明系統與技術聯盟提出，研究人們對照明頻閃的容忍範圍並發表在 LED 專業雜誌（Rebekah Mullaney，2011），希望 LED 品牌商及製造商能重視頻閃問題並創造更好、更適合人們的健康照明。

然而就在 2012 年後，LED 照明產業經歷削價競爭、血流成河，不論大型或中小企業首先關心的是「如何降低成本」，究竟有多少廠商注重照明的品質問題，值得省思。

何謂照明頻閃

凡是直接使用 AC 交流電驅動的電子光源，都會因電流的波動而產生頻閃，螢光燈管、高壓鈉燈和 LED 照明的發光原理特性，容易迅速反應電流的波動，因此頻閃度較大，需靠電路設計轉換成穩定的直流電輸入。一般市電頻率為 50~60 赫茲，螢光燈管經過電路轉換後的閃爍頻率為 50~60 赫茲的倍數，一般通常為 120 赫茲。

我們平時感受不到光源閃爍，是由於閃爍頻率非常快，每秒閃爍近百次以上，肉眼只能辨識 100 赫茲以下閃爍，100 赫茲以上閃爍雖無法透過肉眼辨識，卻能從頻閃效應察覺。

頻閃效應可從一些現象觀察，最簡單的就是用手機對準光源拍照，有頻閃的光源會出現水波紋（圖一）。移動物體在有頻閃的光源下拍照時，會出現疊影，而非連續的成像（圖三）。此外，上下快速震動的工具機具，若振動頻率剛好與燈光閃爍頻率倍數相當，就會使人產生工具機靜止或震動速度變慢的錯覺。





▲ 頻閃效應說明。

圖一與圖二表示，用手機對準光源拍照，有頻閃的光源會出現明顯水波紋，無頻閃的光源則不會。圖三與圖四表示移動物體在有頻閃的環境下拍照，物體成像有疊影，在無頻閃的環境拍照時，則為連續成像、無疊影。

頻閃對人體的影響

根據美國能源局公佈的頻閃說明 (U.S Department of Energy · 2013)，光源的低頻閃爍會觸發癲癇發作，辦公室環境使用螢光燈管搭配電感式安定器，也研究出與頭痛、容易疲勞、視力模糊、視力減弱等人們的不適有關聯。頻閃效應甚至可能造成夜間開車時有錯覺，誤以為移動物體是靜止或速度減慢；或在工業環境，可能因頻閃效應造成工安狀況。

光源頻閃對某些特定族群容易造成負面影響，包含孩童、自閉症患者、偏頭痛患者、癲癇患者。由於頻閃無法直接察覺，因此人們時常沒有意識到頻閃其實是某些不適症狀的主因，只要改善照明品質，一些疲勞症狀都能減輕，也能大幅提升工作效率。

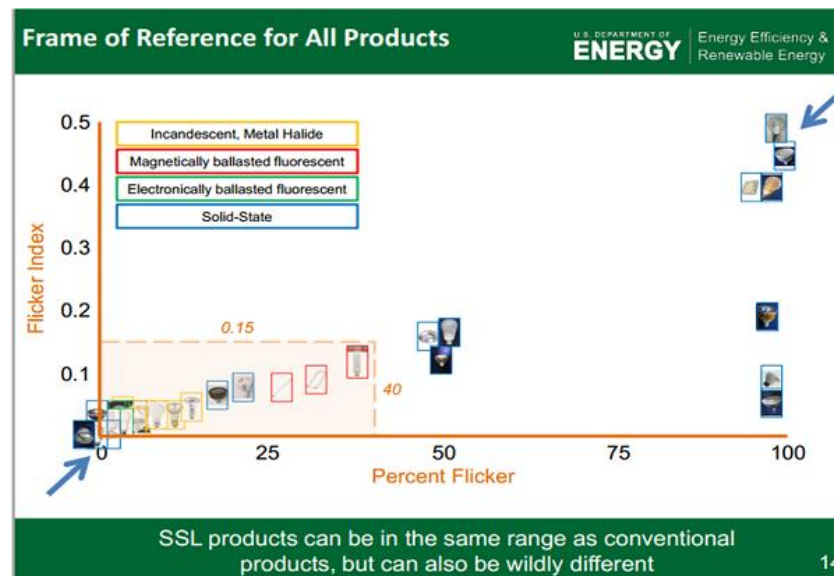
市場照明產品的頻閃分析

一般我們認知螢光燈管有較嚴重的頻閃問題，但卻不太清楚 LED 照明有沒有這類頻閃問題，以下美國西北太平洋國家實驗室 (PNNL) 的調查可能會讓你我跌破眼鏡。

PNNL 調查市面 25 項照明產品 (圖五)，從傳統白熾燈、金鹵燈、螢光燈到 LED 燈分別做頻閃比較分析，越靠近左下角，表示頻閃狀況趨近零，越靠近右上角，表示頻閃狀況十分嚴重。

白熾燈、金鹵燈與螢光燈這 3 款傳統照明，以螢光燈頻閃狀況較嚴重。但同屬性的傳統燈不論哪家廠牌，頻閃狀況分佈都很集中，也就是說各家廠牌針對頻閃問題的技術水準都差不多。

然而，LED 照明的分析結果就十分有趣，頻閃狀況的差異分布出乎意料的大，其中有 4 個樣本頻閃狀況為非常嚴重，分布在右上角位置，比傳統照明的頻閃狀況差。但也有 3 個樣本頻閃竟然優於傳統燈，分佈在左下角位置，表示幾乎沒有頻閃。



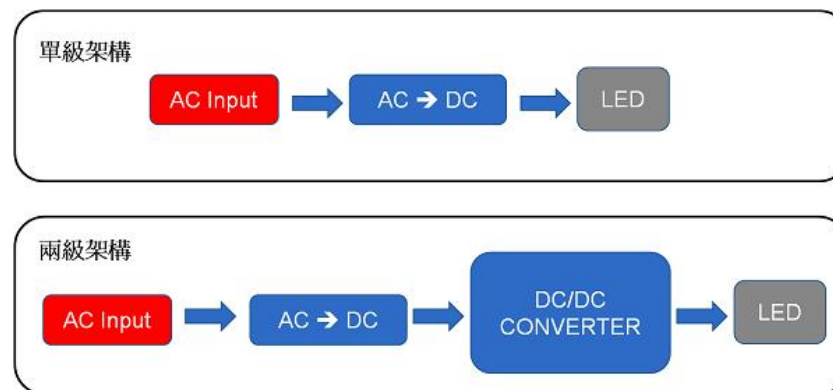
▲ 圖五：照明產品的頻閃比較圖。(Source : U.S Department of Energy · 2014)

解決 LED 照明的頻閃問題

由以上市場調查與科學研究，可發現某些廠牌能達零頻閃，但也有不少廠牌頻閃問題十分嚴重。換句話說，LED 照明的頻閃問題並非無法解決的技術問題，而是廠商在製作過程投入的成本問題。台灣 LED 高功率照明大廠浩然科技總經理羅賢傑表示：「是否能創造零頻閃的優質 LED 光源，關鍵在於 LED 電源是否為兩級架構的電路設計。由於價格競爭，許多廠商不願意花費成本製作兩級架構的電路。」如圖五所示，輸入電流是 AC 交流電，但 LED 晶片運作於 DC 直流電，因此須透過電路轉換。

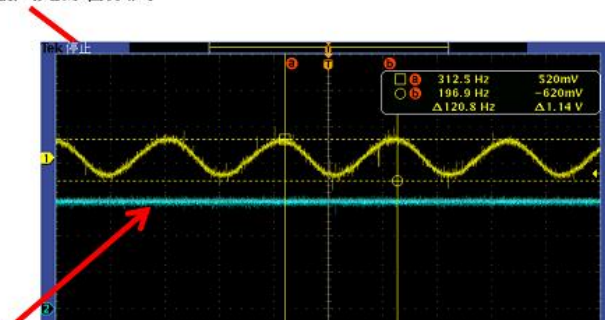
目前有兩種電路架構：單級架構及兩級架構。單級架構的電路設計，線路簡單，只做一次交流電轉換為直流電的處理，成本雖然較低，但是卻無法有效抑制直流電漣波，由於 LED 晶片其順向偏壓與電流成指數關係，因此極細小的電壓變化也會使電流、光度有很大變化，也代表頻閃問題較嚴重。兩級架構的電路設計，將帶有漣波的直流電再經過濾波電路後，轉換為更穩定的直流電，接著才供給 LED 晶片運作，因此能有效抑制漣波閃爍（圖六），但相對成本較高。

兩級架構多出的電路板體積要安裝到電源結構的有限空間，考驗到廠商電路設計的技術。此外，安規規定電源零件之間必須相隔一段距離，要符合安規規定又是另一個技術門檻。廠商必須支出更高的成本來完成兩級架構電路，因此改善 LED 照明頻閃的問題其實也會反映到產品成本與價格。



▲ 圖六：單級架構與兩級架構的電路設計比較圖。

單級架構
電源輸出漣波大 → 輸出光源會頻閃





▲ 圖六：單級架構與兩級架構的電源輸出比較圖。

照明的頻閃問題從來不是新議題，從傳統照明就存在至今。但面對新 LED 照明型態，頻閃問題又重新浮現，而且可能比以往更嚴重。市面有部分 LED 產品的頻閃情況，比傳統螢光燈管還嚴重許多，不免擔心長期暴露在惡劣光源底下是否會出現我們還不曉得的負面影響。消費者關心 LED 燈泡的價格是否已達到甜蜜點，卻不曉得部分廠商一味追求市占率、迎合消費者降低價格的同時，捨棄的可能是品質與健康。消費者最終需要的是價格還是健康，這是值得省思的問題。

- [SSL Flicker Fundamentals and Why We Care](#)
- [Studies Published on Minimizing Flicker from SSL Systems; ASSIST to Release Related Recommendation](#)

(本文由 LEDinside 授權轉載；首圖來源：pixabay)

延伸閱讀：

- [特製 LED 燈模擬藍天日照，三菱新科技減低辦公室壓力](#)

.. TechNews ..

科技新知 · 時時更新

科技新報粉絲團

訂閱免費電子報

關鍵字: LED, LED 頻閃, 照明頻閃, 辦公室, 頻閃