



節能長壽的智能調光LED燈管

龐敏熙博士、李丹鋒 中國光電科技有限公司

引言

節能環保是全球關注的問題，照明佔了城市用電的百分之二十到二十五，是不可忽略的領域。自從電力照明普及以來，發光體的發展從白熾燈到螢光燈，以至現在以LED（發光二極管）為主的固態照明，各方面都有很大的進步。

	白熾燈	鹵素燈	螢光燈	LED燈
光效 (lm/W)	8 — 24	10 — 30	50 — 100	80 — 110
壽命 (hrs)	750 — 2000	2000 — 4000	9000 — 20000	20000 — 60000
演色性 (CRI)	> 95	100	70 — 85	70 — 85
色溫 (K)	2500 — 3000	2800 — 3150	2700 — 7500	2700 — 10000

表一：各種發光體的比較

表一比較不同的發光體。從光效的比較可以看到LED燈和螢光燈比白熾燈好五倍以上，因此，各地政府將相繼淘汰白熾燈。從表上看到LED燈和螢光燈的光效相當接近，所以LED燈也不能立刻取代螢光燈，兩種發光體會成為主流。按推論^①LED光效的理論極限是260 — 300 lm/W，所以LED的發展空間還很大，但螢光燈的光效現在已經接近理論極限。

除了光效外，發光體的壽命也是重要參數。從表一壽命的比較，LED有著絕對的優勢。理論上它的壽命比螢光燈長三倍，比鹵素燈長十多倍，比白熾燈長三十倍。但實際上要LED達到應有的壽命，芯片的溫度不能過高。要保持芯片在低溫工作，則需要各種技術的配合。

演色性是表達被照物體能顯現它本來的色澤的參數。最高值是100，表示光源跟黑體輻射出來的光譜完全一致。白熾燈和鹵素燈使用鎢絲發熱來發光，有較佳的演色性，適合應用在著重色彩還原的應用，如產品展示。螢光燈和LED燈利用螢光粉把紫外線轉成白光，演色性比較低，適合應用在關注亮度的應用如樓梯，行人走道。



色溫是表達光源顏色的一個參數。一般光源的顏色從偏黃的低色溫（2500k）到偏藍的高色溫（10000k）。一般來說，高色溫（6500k）的LED燈的光效較低色溫的好，適合在關注亮度的應用。

從以上的比較可以看出LED燈的光效和壽命表現出眾，很適合應用在廣泛照明。本文介紹一種新型的智能LED調光燈管，在LED的優點上更進一步，大幅提升節能效果至86%，大幅延長壽命一倍。同時新穎的結構更具靈活性，亦有助環保回收，循環再用。

調光功能大幅提升節能效果

在人口稠密的城市裡，高樓大廈有很多公眾通道，例如樓梯、電梯大堂、停車場等都需要全天二十四小時照明。每棟大廈中，數以百計的燈具都在耗用能源，表二列出了有關燈具的耗能。

燈具	輸入功率 (W)	每年電費 (@\$1/kWh)
4呎T8 螢光燈 (繞線鎮流器)	43 W	\$ 377
2呎T8 螢光燈 (繞線鎮流器)	26 W	\$ 228
1200mm T5螢光燈	32 W	\$ 280
600mm T5螢光燈	17 W	\$ 149

表二：公眾通道燈具長明之耗能

大部份的公眾通道使用率都甚低。據統計在大廈客戶層電梯大堂平均每天只有四個小時是有人使用，其餘的二十小時都是白白浪費能源。後樓梯的使用率更低，不多於一個小時。

在這裡要介紹一種新型的調光LED燈管（圖一LED引擎）。這種燈管是以LED燈為主，並帶有感應器，可以直接安裝在一般的燈架。感應器感應燈具附近人體移動。當感應到有人移動燈就以全功率運作，一段時間內沒有移動便會自動調暗，以節省電力。



圖一：LED引擎的設計

參數	燈具	36W T8 (繞線鎮流器)	28W T5 with (電子鎮流器)	4呎T8 LED 引擎
輸入功率 (全功率) (W)		43	32	24
低載輸入功率 (W)		NA	NA	4
每天開啟時間 (hr)		24	24	24
每天全亮時間 (hr)		24	24	2
每天調暗時間 (hr)		NA	NA	22
平均耗電 (W)		43	32	5.7
每年耗電 (kWh)		376.7	280.3	49.6

表三：4呎 T8 LED引擎的節能比較參數



參數	燈具	18W T8 (繞線鎮流器)	14W T5 (電子鎮流器)	2呎T8 LED 引擎
輸入功率 (全功率) (W)		26	17	12
低載輸入功率 (W)		NA	NA	3
每天開啟使間 (hr)		24	24	24
每天全亮時間 (hr)		24	24	1 (後樓梯)
每天調暗時間 (hr)		NA	NA	23
平均耗電 (W)		26	17	3.375
每年耗電 (kWh)		227.8	148.9	29.6

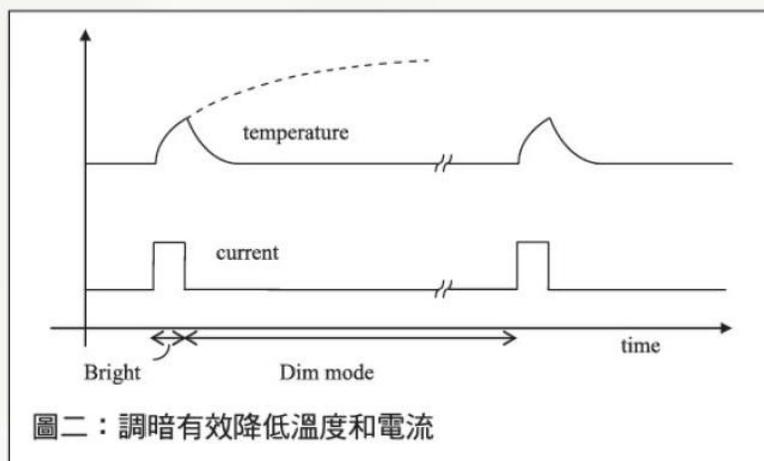
表四：2呎T8 LED 引擎比較參數

表三和表四比較LED引擎和一般螢光燈的節能效果。表三以一支4呎T8 LED引擎，計算以一天全亮兩小時為基準，例如停車場或行人走道等，節能率達到86.8%，成效顯著；表四以一支2呎T8 LED引擎，計算以一天全亮一小時為基準，例如後樓梯，節能率達到87%，同樣卓越。LED引擎也顧及到後樓梯消防的要求，除了燈具達到消防的要求外，就算在調暗的狀況下光度仍能達到最低的光度要求。

感應器是採用敏感的微波感應器。它比一般的紅外線感應器敏感，感應距離有四米以上。同時它不受環境溫度影響，一般的紅外線感應器在環境溫度接近人體溫度時，敏感度便會大大的降低。微波感應器是採用多普勒雷達 (Doppler Radar) 的原理，達到動態感應的效果。感應器發出的微波功率非常弱，只是手機的百份之一，而且距離人體有好幾米，所以非常安全。

調光功能延長LED壽命

LED 芯片的壽命是業界關注的問題，LED 芯片經過長時間工作，會出現光度衰減的現象，直至不能工作。LED 芯片的壽命受兩個因素影響^①：第一個因素是芯片的工作溫度。芯片的工作溫度越高，壽命越短。要控制芯片的溫度，一般的方法是把散熱器加大，但在實際上有很大的局限，尤其是對LED燈管而言。燈管的體積和重量都有限，不能容納太大的散熱器。第二個因素是通過芯片的電流。電流越大，壽命越短。但在實際上為了儘量利用昂貴的芯片，發揮最高的亮度，電流通常是調到標稱值。



圖二：調暗有效降低溫度和電流

調光功能可以從根本上解決以上的問題，從而延長LED的壽命。首先調光功能可以大幅度的減低平均電流。如圖二的電流波形所示，電流只是在有人調光時才調到高值，其餘大部份時間都在調暗的狀態之下。從表三、四的計算，平均電流減到全功率的一成半左右。

最關鍵的因素是溫度。調暗後芯片溫度會顯著降低。調光時溫度會上升，但由於散熱器延遲溫



度上升，加上調光的時段都很短，一般是五分鐘左右，如圖二的溫度變化所示，在短時間內溫度上升很少，所以平均溫度是保持在接近調暗的水平。按測試結果溫度上升減少了百份之九十以上。調光功能可以大幅的減低LED 芯片的電流和溫度。利用數學模型，可以推算出調暗能延長壽命一倍。

獨特設計安裝容易

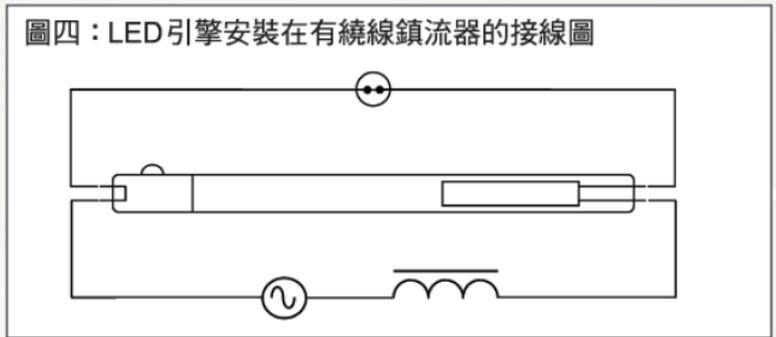
LED 引擎的尺寸完全兼容標準的燈管，可以直接安裝在標準的燈架上。在電路接線方面非常簡單，如圖三所示，電源可以直接連到LED燈體尾端的兩針，這兩針是直接連到燈體內部的鎮流器。

現在有很多的光管都採用傳統的繞線鎮流器，如果要免除拆掉鎮流器的工序，可以直接把LED引擎裝上，再把原來的啟動器（土撻）換成短路就可以（見圖四）。這種短路啟動器是可選配件，就算把燈管掉轉方向安裝，也可以正常工作，不會構成危險；當然，繞線鎮流器留在電路上，會稍為增加損耗。一般的繞線鎮流器在4呎T8 LED引擎平均增加損耗0.5瓦，在2呎T8 LED引擎平均增加損耗0.25瓦。

圖三：LED引擎直接接線圖



圖四：LED引擎安裝在有繞線鎮流器的接線圖



子母式設計推動環保擴展無限功能

LED 引擎的設計包含LED連鎮流器，子體包含感應器或其他功能的組件。這個設計既方便環保回收，感應器和LED燈具亦可以分別替換，減少浪費。

結語

本文介紹了一種新型的智能LED燈管（LED引擎），這燈管內置感應器，有人在附近即以全功率運作，沒有人便自動調暗，節能達86%，節能率卓越。調光除了節能外，還可以延長LED的壽命，因為減低耗能後，溫度會下降。LED引擎還有獨特設計，安裝非常容易，可以直接安裝在現有的T8燈架。LED引擎設計推動環保，可以循環再用，同時功能也可無限擴展。

參考資料

1. Lisa Zyga 「White LEDs with super-high luminous efficacy could satisfy all general lighting needs」 <http://www.physorg.com/news202453100.html>
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Luminous_efficacy
3. 「Understanding Power LED Lifetime Analysis」, Philips Technology White Paper.