



# 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<sup>①</sup>LED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

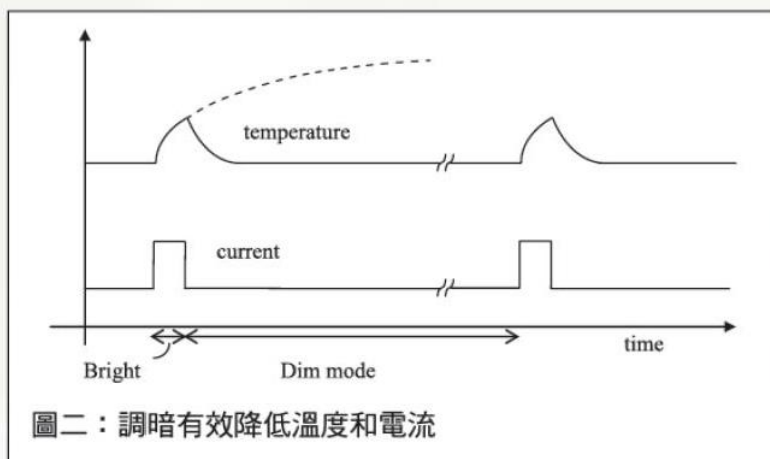
表四：2呎T8 LED 引擎比較參數

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<sup>①</sup>：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。



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

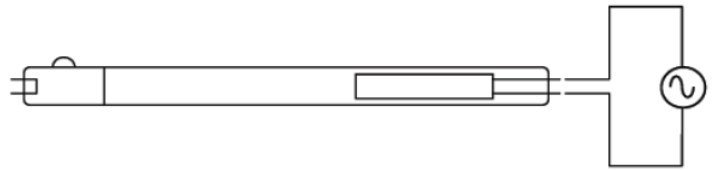


度上升，加上調光的時段都很短，一般是五分鐘左右，如圖二的溫度變化所示，在短時間內溫度上升很少，所以平均溫度是保持在接近調暗的水平。按測試結果溫度上升減少了百份之九十以上。調光功能可以大幅的減低LED 芯片的電流和溫度。利用數學模型，可以推算出調暗能延長壽命一倍。

### 獨特設計安裝容易

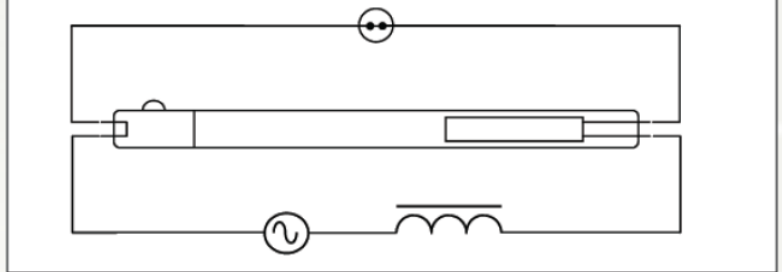
LED 引擎的尺寸完全兼容標準的燈管，可以直接安裝在標準的燈架上。在電路接線方面非常簡單，如圖三所示，電源可以直接連到LED燈體尾端的兩針，這兩針是直接連到燈體內部的鎮流器。

圖三：LED引擎直接接線圖



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](http://en.wikipedia.org/wiki/Luminous_efficacy)
3. 「Understanding Power LED Lifetime Analysis」, Philips Technology White Paper.