

# 屋宇照明能源效益守則與智能 LED 燈管

CET 中國光電有限公司技術總監

龐敏熙 博士 - PhD (Cantab), BSc, CEng, MIET, MHKIE, REA, SenMIEEE

## 引言

環保節能、減排減碳，是全球正面的趨勢。為了配合這方面的發展，機電工程署推出『屋宇裝備能源守則』，指定建築物之照明設備設計必須符合節能環保要求。該守則首次在 2012 年推出，至今已經實行了數年，最近更推出修訂進一步加強建築物照明設備的環保效能。首先每平方米用於照明功率設有上限，即是說，照明效率太低的燈具就不能再使用了。最近更擴大規管範圍至大部份公用照明，更新增一項守則，就是常亮的公用照明必須使用自動調暗設備，以便在公眾地方無人使用時能自動調暗，增加節省能源的效果。守則將會進一步加強節能減排，但公眾用戶必須有所改變，例如採用高效能的照明和自動控制的設備。本文章介紹 CET 公司的智能調暗燈具，詳細解釋如何能有效達到節能減排，以符合有關條例的要求。文中羅列計算列表，從多角度探討問題，最後以兩個安裝案例來說明效果。

## 簡介屋宇照明能源效益守則照明要求

有關守則的詳細文件可以在香港政府網頁上找到 <http://www.beeo.emsd.gov.hk/>。在這裡我們集中討論照明方面的要求重點，有關的條例和參數以官方的文件為準。

**照明功率密度 (Lighting Power Density, LPD)** - 在大多數的公眾場所如：停車場、走廊、樓梯、升降機大堂、洗手間、辦公室等等，每平方米耗用的照明功率不能高於守則上所訂立的上限。例如在走廊的 LPD 數值是 8W/m<sup>2</sup>，電梯大堂的 LPD 數值是 11W/m<sup>2</sup>。守則列出了 42 個公眾場所，規定這些地方不能用太多的照明能源；簡單來說，在這些數據的規管下，採用低效能的燈具是不夠亮度，必需使用足夠光效的燈具才能在額定的功率之下達到應有的照明效果。

**照明控制點** - 辦公室往往面積比較大，使用燈具的數量也不少；如果所有燈具都由一個開關（控制點）控制，下班後可能只有一、兩人在工作，但仍然要亮起所有燈具，這樣便會造成浪費。為了有效控制辦公室照明耗電，守則要求某些面積必須要有獨立的控制點；例如 15 平方米以下最少有一個控制點，30 平方米以下最少要有兩個控制點。

**自動照明控制** - 減少長時間全亮照明。人流稀疏或是白天日光充足時，全亮照明都造成不必要的浪費。守則表示的 42 個公眾場所，其中 21 個要具備自動照明控制設備，以減少耗能浪費。需要有自動照明控制的場所包括有：升降機大堂、避火層、辦公室等；這項要求指出控制器在適當的時候能夠把燈具功率減低 50% 以上；可以選擇動感控制、日光控制和時間控制。

### CET SmartDIM III 無線智能燈管助你符合有關守則

傳統的燈具如鎢絲燈和螢光管都已經是比較老的产品，未必能夠達到守則的要求。發光二極管（LED）是正在冒起的燈具光源，無論在發光效率與產品壽命都比傳統產品高。CET 的燈管除了採用高效發光二極管之外，還加入了兩個重要的功能：自動調暗和具備無線燈區組群控制，利用先進科技進一步發揮 LED 智能燈的卓越功效。

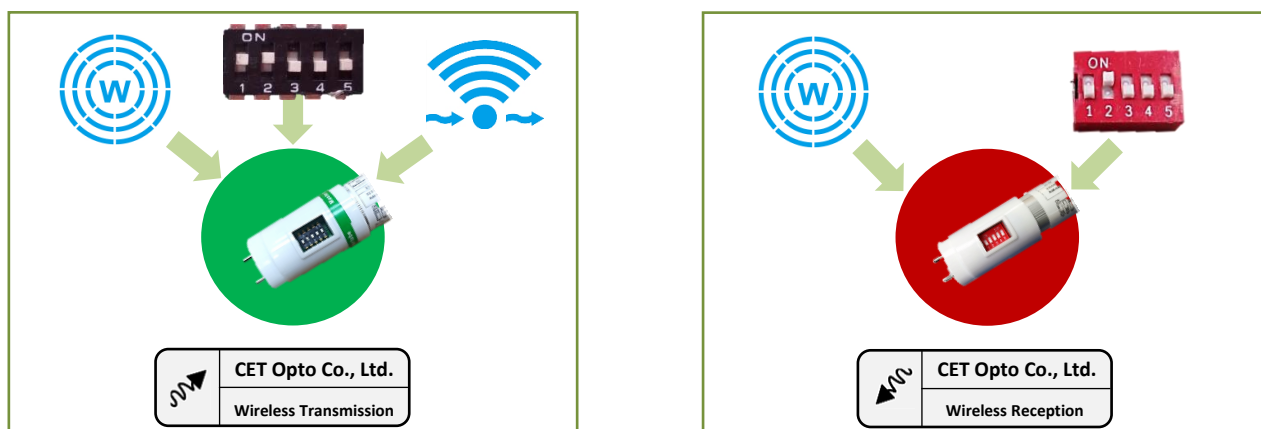


圖 1：SmartDIM III 無線智能燈管

**自動調暗** - 由動感感應器啟動。感應器採用先進的雷達技術，把微型化的感應器藏在燈管裡面；當有人走近時啟動燈管全亮，一段延遲時間之後再無動感則會變暗。最低可調至 30% 暗度或關閉，符合守則要求功率減低至少 50%。延遲時間亦可由用家自行設定，由 15 秒到 5 分鐘有四段級別。為了配合不同場合的使用，亦有配備外置動感感應器，此外置感應器可以任意放在方便的位置，只要插上電源就能控制燈具的光暗。外置感應器與燈管的內置感應器可以同時使用，創造多個感應點，適合較大範圍的照明使用。

**無線燈區組群控制** - 助你大幅減低安裝成本。現在市場上的調暗燈具一般都需要大幅度的佈線，把控制器、感應器和燈具連線起來，佈線的成本往往比燈具的成本還要高；此外，佈線亦會破壞房間的美觀，因此佈線感應燈具並不普遍。CET 採用先進的無線傳輸和微型化技術，把無線功能裝在燈管裡面，合感應、自動無線操作於一身。燈具分母燈子燈兩種，母燈內置感應器和發射器，子燈內置接收器；有人走近時啟動母燈全亮並同時啟動子燈，使一個區域內的燈具都同時亮起來。

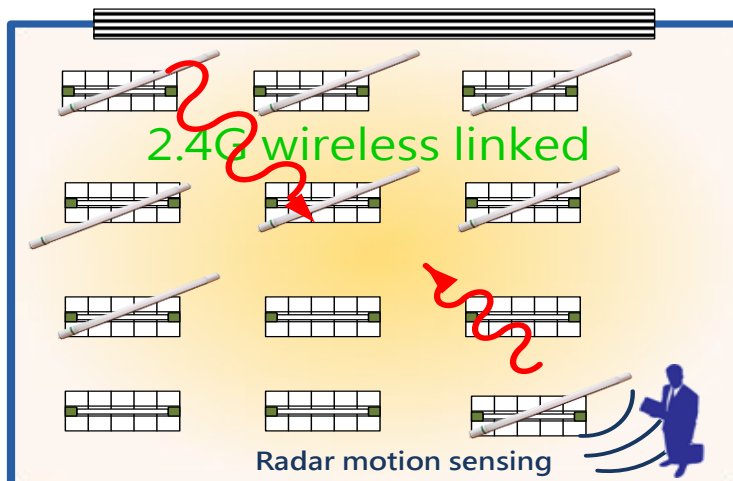


圖 2 A : SmartDIM III 無線智能子母燈管工作概念圖

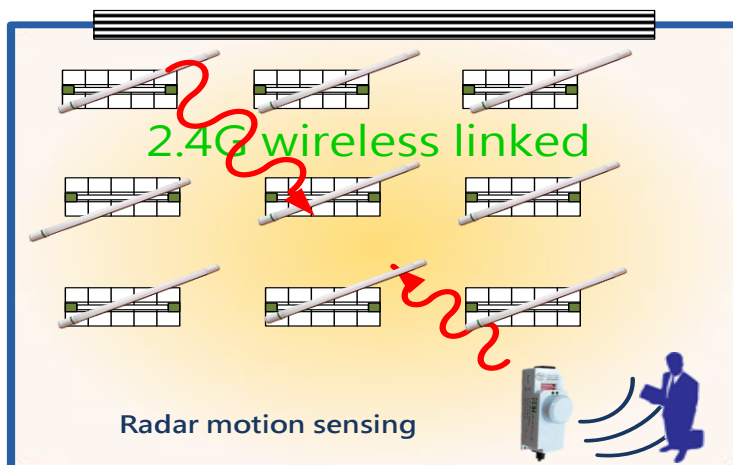


圖 2 B : SmartDIM III 無線智能獨立動感控制器工作概念圖

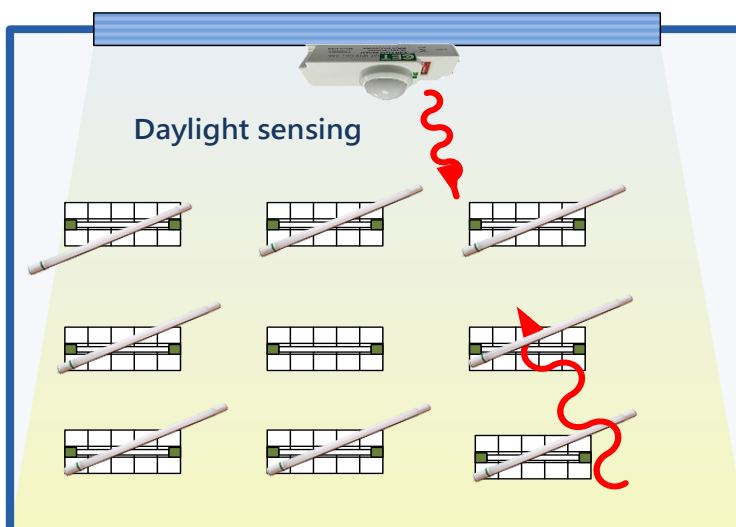


圖 2 C : SmartDIM III 無線智能獨立感光控制器工作概念圖

**CET SmartDIM III 無線智能燈管** - 無線傳輸的距離直線達 30 米，範圍足以應付大部份的區域照明；理論上在半徑 30 米的圓形面積內一個母燈或外置感應器可以啟動不限數目的子燈，實際上無線傳輸面積可能因環境影響縮小。分區照明可以由子母燈的地址碼決定，燈具上裝有撥碼制，用戶可以自行設定適合子母燈的地址碼，共有 8 組地址碼可以使用。

### 多樣化的調控 – 動感、日光、時間

**傳統動感感應** - 採用紅外線技術，此技術必須在移動物體與感應器之間有無阻隔目視距離，這樣在安裝上帶來種種麻煩；感應器亦必須安裝在天花上或在美觀的裝修上鑽孔，嚴重破壞室內裝修觀感；安裝位置也不靈活，感應活動範圍改變就必須另行鑽孔安裝。CET 採用雷達動感感應技術，感應半徑達 4 米，感應器可以安裝在非金屬的遮擋層後面，並可以穿透感應，這樣不但美觀而且無損室內裝修。擺放位置可以隨時改變，非常靈活；因為感應器的穿透能力，此無線感應燈管可以使用在防水支架內，並不會受到影響。

**日光感應** - 採用自然光的無線調控方式。在辦公室內可以把外置式的感應器放在窗邊感應日光光照度，從而調節室內燈管的光暗。外面日光強烈時感應器會指令燈管調暗，沒有日光時則會指令燈管全亮，中間採用漸進光暗補償模式，燈光不會閃爍影響室內工作的環境，感覺自然。此外，日光感應器亦可以配合動感感應器使用，晚上沒有人時動感感應器取代日光感應器調暗燈管節能。

**時間控制** - 以時間調控的方式。在繁忙時間人流比較多的時候可能不需要調暗，但是過了繁忙時間便需要以動感感應模式節省電能。CET 的雷達感應器和日光感應器可以配合時間制作出非常靈活的操作，舉例：早上 8 時至下午 5 時的工作時間內，燈管由日光感應調控或設成全亮，此段時間以外則由動感感應器接管，這樣既不會為客戶造成不便亦可以把節能最大化。



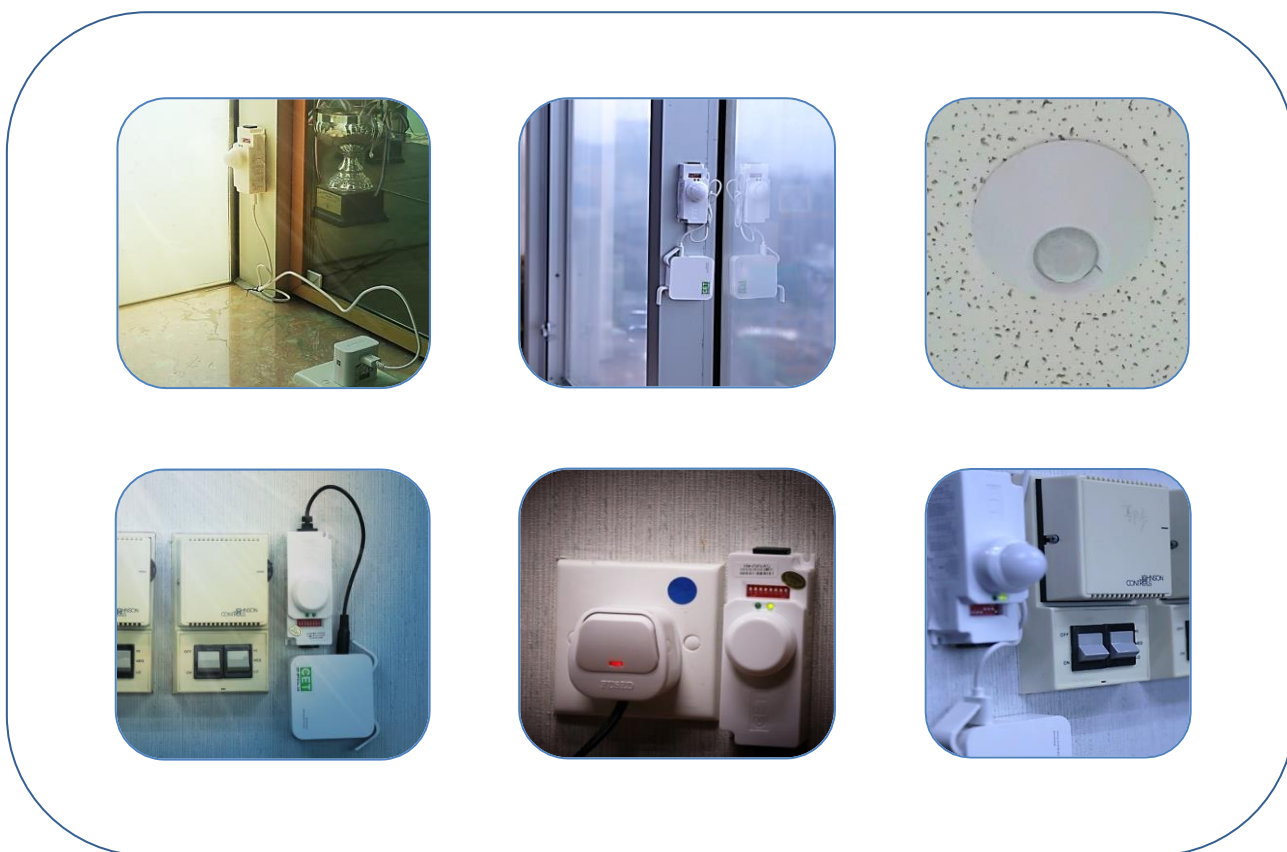
圖 3 : SV5824 外置式動感感應器



圖 4 : SL0024 系列日光感應器

## 控制器連接方式

控制器	功能說明	接線方式
SR5824D	吸頂動感感應器+2.4G 無線發射器。	9V 適配器。最適應假天花。
SV5824D	外置獨立式控制器+2.4G 無線發射器。	9V 適配器。充電器，外置電池。最適應燈槽，辦公室。
CLXXXXFG	T8/T5 燈管動感感應器+2.4G 無線發射器。	直接替換。最適應走廊、停車場、辦公室等。
SL5824D	感光控制器+2.4G 無線射器。	9V 適配器。充電器，外置電池。最適應近窗口。



### CET SmartDIM III 無線智能燈管耗能與其他燈管比較

調暗燈管與非調暗燈管的耗能如何比較呢？表 1 顯示了 CET SmartDIM III 與各種燈管的比較：傳統的 T8 螢光燈 (繞線鎮流器、電子鎮流器)、T5 螢光燈和現正流行的 LED 燈 (以 4 呎燈管 24 小時操作方式)。CET SmartDIM III 智能燈管假設 24 小時操作之中有 3 小時全亮，其餘時間都是調暗至 30%；可以看到，傳統燈管的耗能是 5 倍以上、普通的 LED 燈管也耗能達 2.3 倍。相比之下，CET 的智能燈管耗能遠低於任何一種燈管，調暗效果超卓。

燈管	功率 (W)	每年耗電量 (kWh)*	電費 (以港燈為標準)** (HKD)
T8 36W 光管 (繞線鎮流器)	48	421	\$709
T8 36W 光管 (電子鎮流器)	34	298	\$480
T5 28W 光管 (電子鎮流器)	30	263	\$415
20W LED 燈管	20	175	\$252
CET SmartDim III LED 燈管	8.65	76	\$88

表 1 : SmartDIM III 智能燈管與各種燈管的耗能比較

### CET SmartDIM III 無線智能燈管的應用和效益

#### 走廊

在人流不多的走廊安裝 SmartDIM III 燈管是十分好的選擇。以下是一個設計例子：圖 5 中的走廊共有 7 支燈管，其中兩支是帶有動感感應器的母燈，其餘的是有無線接收器的子燈；對照下列表 2 的耗能比較，燈管 24 小時操作，其中 3 小時全亮，21 小時調暗；與傳統的 T8 螢光管相比，計算顯示 4 呎和 3 呎燈管的節能效果達 82%和 85%，節能效果理想。

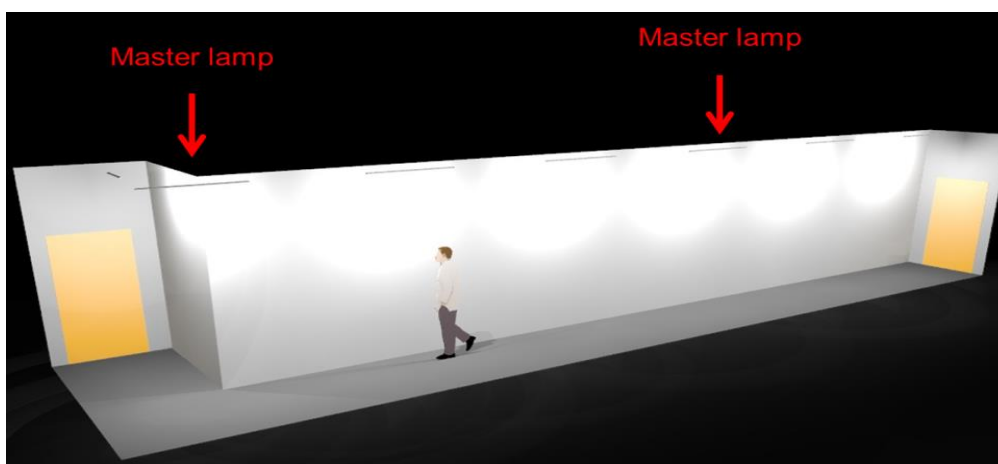


圖 5 : SmartDIM III 智能燈管在走廊

燈管參數	4 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 4 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	36+12	20
調暗功率 (W)	NA	7
每日全亮時段 (小時)	24	3
每日調暗時段 (小時)	-	21
平均功率 (W)	48	8.65
每年耗電量 (kWh)	420	76
每年節省 (kWh)	-	344 (82%)
燈管參數	3 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 3 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	30+12	15
調暗功率 (W)	NA	5
每日全亮時段 (小時)	24	3
每日調暗時段 (小時)	-	21
平均功率 (W)	42	6.75
每年耗電量 (kWh)	368	55
每年節省 (kWh)	-	313 (85%)

表 2 : SmartDIM III LED 智能燈管與螢光管應用在走廊的耗能比較

### 樓梯

大部份樓宇的後樓梯人流稀疏，但必須要保持照明，是使用自動調暗燈的理想應用場地。以下是另一個設計例子：圖 6 顯示一個典型的樓梯：在每層的出口處安裝帶有感應器的母燈，在較遠的樓梯處安裝有接收器的子燈，燈具 24 小時操作，其中有 1 小時全亮，23 小時調暗；與傳統的螢光管相比，節能效果高達 84% - 87% (視乎燈管長度而定)，節能效果十分理想。

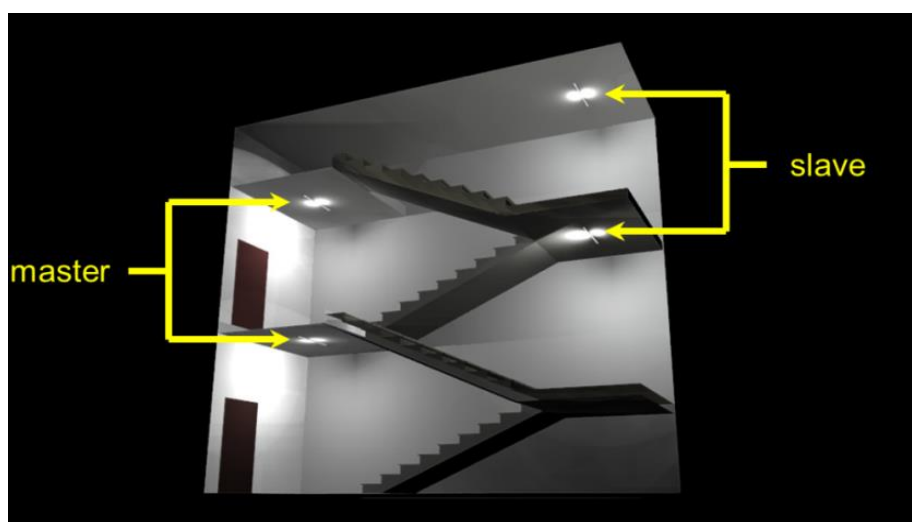


圖 6 : SmartDIM III 智能燈管在樓梯

燈管參數	4 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 4 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	36+12	20
調暗功率 (W)	NA	7
每日全亮時段 (小時)	24	1
每日調暗時段 (小時)	-	23
平均功率 (W)	48	7.54
每年耗電量 (kWh)	420	66
每年節省 (kWh)	-	354 (84%)
燈管參數	3 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 3 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	30+12	15
調暗功率 (W)	NA	5
每日全亮時段 (小時)	24	1
每日調暗時段 (小時)	-	23
平均功率 (W)	42	5.42
每年耗電量 (kWh)	368	48
每年節省 (kWh)	-	320 (87%)
燈管參數	2 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 2 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	18+12	10
調暗功率 (W)	NA	4
每日全亮時段 (小時)	24	1
每日調暗時段 (小時)	-	23
平均功率 (W)	30	4.25
每年耗電量 (kWh)	263	37
每年節省 (kWh)	-	226 (86%)

表 3 : SmartDIM III 智能燈管與螢光管應用在樓梯的耗能比較

## 停車場

室內停車場採用大量的燈具，同時需要 24 小時照明，但是人流稀疏，在這裡安裝自動調暗照明可以大量節省能源。圖 7 顯示一個典型的停車場照明設計：停車位是安裝調暗燈具的理想位置，某些情況下可能需要長亮的車道，而我們的燈管在設計上已顧及到這點，母燈可以調校為長亮模式，同時亦可以遙控停車位的照明；停車場可以分為多個區域，每個區域由一支或數支母燈控制。圖 8 顯示停車場入口的照明設計：分別在三個人流出入的地方安裝帶有感應器的母燈，遙控區內的 12 支子燈。表 4 顯示其節能效果：假設 24 小時內有 3 小時全亮，21 小時調暗，與傳統螢光管相比節能率高達 85%，效果非常理想。



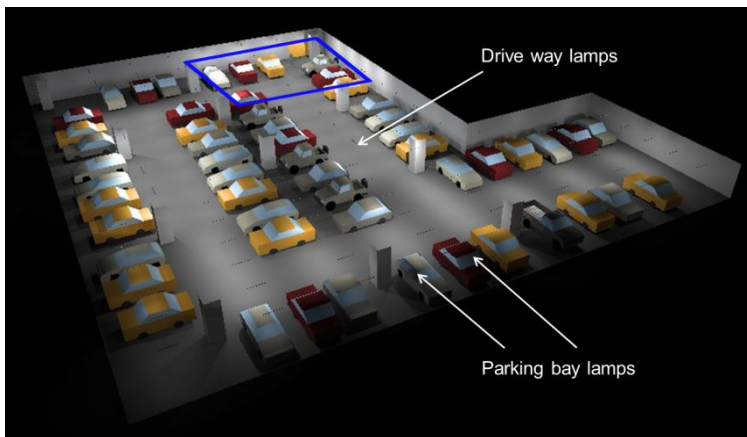


圖 7 : SmartDIM III 智能燈管在停車場



圖 8 : 停車場照明區設計

燈管參數	4 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 4 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	36+12	20
調暗功率 (W)	NA	7
每日全亮時段 (小時)	24	3
每日調暗時段 (小時)	-	21
平均功率 (W)	48	8.65
每年耗電量 (kWh)	420	76
每年節省 (kWh)	-	344 (82%)
燈管參數	3 尺 T8 螢光管(繞線牛)	CET CL 3 尺智能 LED 燈管
全功率 (W)	30+12	15
調暗功率 (W)	NA	5
每日全亮時段 (小時)	24	3
每日調暗時段 (小時)	-	21
平均功率 (W)	42	6.25
每年耗電量 (kWh)	368	55
每年節省 (kWh)	-	313 (85%)

表 4 : SmartDIM III 智能燈管與螢光管應用在停車場的耗能比較

## 附加效益

### 延長 LED 燈管壽命

LED 燈的光亮會隨著時間衰減，光衰的主要原因是由於發熱引致高溫，材質改變及衰老，所以溫度是影響壽命的主要因素。調暗燈具的操作與一般長亮的燈有所不同，大部分時間都處於調暗狀態，產生的溫度遠低於一般長亮的燈管；所以調暗燈管的壽命比一般的燈管長得多。CET 智能燈管所採用的電源是經過特別設計，適合多次調暗開關，壽命亦比一般的電源長，整體上燈具的壽命遠比回本期長。

### 綠色建築

全球對於環境保護都十分重視，建築物方面亦有國際級的認證，確保建築物都具備環保綠色設計。現在建築物都熱衷於獲取綠色建築物認證，具體的例子有 LEED 和 BEAM 等認證；這些綠色建築物認證都嘉許自動調暗燈具的應用，給予用戶較高的評核。使用智能燈具既可以促進綠色建築物認證，又可提高形象和建築物的級別。

## 應用個案分析

### 元朗 Yoho Town 3 期

以下是一個應用在住宅用戶樓層電梯大堂的個案分析。客戶是元朗 Yoho Town 3 期 (圖 9) - 屬典型的一層 8 戶的高尚住宅。燈具使用了 CET SmartDIM III 智能調暗燈具在電梯大堂的兩端分別安裝了一個外置式的無線感應器控制子燈，以假天花的隱藏方式安裝燈管，照明亮麗。由於感應器有穿透能力，完全無需外露，保持了大堂美輪美奐的裝修 (圖 10)。調暗延遲時間設定在 1 分鐘，當有人時燈具全亮，沒人時一分鐘後自動調暗，大大節省耗能。在夏天更可以減少因燈熱而引致溫度升高的問題，使住客避免受到等電梯時的高溫煎熬。



圖 9：元朗 Yoho Town 3 期



圖 10：電梯大堂安裝了 CET SmartDIM III 智能燈管

在安裝方面，圖 11 顯示燈管放在標準的燈架上且接線簡單，由於鎮流器已安裝到燈管內，燈架不需要鎮流器，也方便整體性維修。而在安裝上，燈管的安裝沒有方向性。另外，燈管一端插入燈腳，只要另一端完全隔離電源，即使用手觸摸也沒有危險，十分安全；適合安裝在隱蔽的地方如：燈槽內(假天花)。

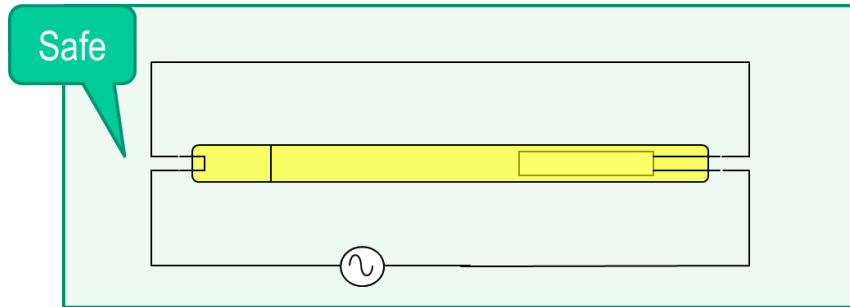


圖 11：燈架接線圖

### 英皇道 1063

隔火層是多層式樓宇必須具備的，因為屬於走火通道，必須有長期照明，但是隔火層人流稀少，長期照明造成浪費。CET 的節能燈管在這裡充份發揮了功用，在隔火層的 29 支燈管其中 4 支是帶有感應器的母燈，其餘是子燈，並劃分了四個區域控制；有人全亮，無人調暗，大大節省能源。



圖 12：英皇道 1063



圖 12：隔火層安裝了 CET SmartDIM III 智能燈管

在安裝上，原有的燈架使用傳統式的繞線鎮流器。安裝 CET 的節能燈管只需直接更換原有的光管，並換上 CET 的短路啟輝器 (starter) 即可使用 (圖 13)，無需更換燈架；既方便又簡單，並免去更換燈架的安裝成本。

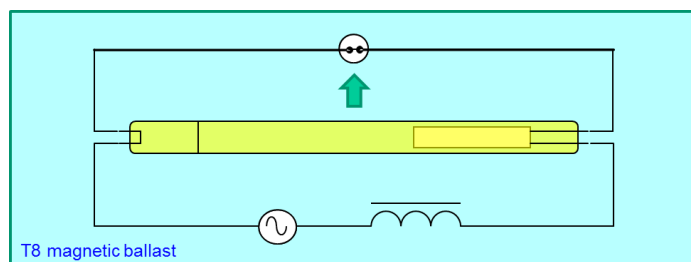


圖 13：帶繞線鎮流器燈架可用短路啟輝器

## 結語

社會各界積極推進環保，香港政府亦推出了屋宇照明能源效益守則，要求公眾照明有自動控制功能。本文介紹 CET SmartDIM III 無線智能燈管，採用多種類的感應以達到智能調暗效果；而自家開發的無線傳輸技術更免除了安裝成本，亦能有效地達到區域照明控制。內容並詳細地比較了智能燈具的節能效果，同時亦分析了在各個公眾照明的應用及設計，並列舉了兩個實際案例顯示智能調暗是環保節能的有效方法。

(產品詳情可以瀏覽網頁 [www.hkcet.com](http://www.hkcet.com) 或致電 2498 0326 查詢)