



文 / 范賢娟

第四屆 臺灣業餘天文研討會 全紀錄

The 4<sup>th</sup> Taiwan Amature Astronomy Workshop

根據2001年美國空軍氣象衛星的資料統計，全球2/3人口都居住在光害區，97%的美國人與96%的歐洲人甚至看不見比弦月之夜更暗的天空。 圖片來源：美國太空總署

— 研討專題 —

# 光污染防制

## 光污染問題簡介

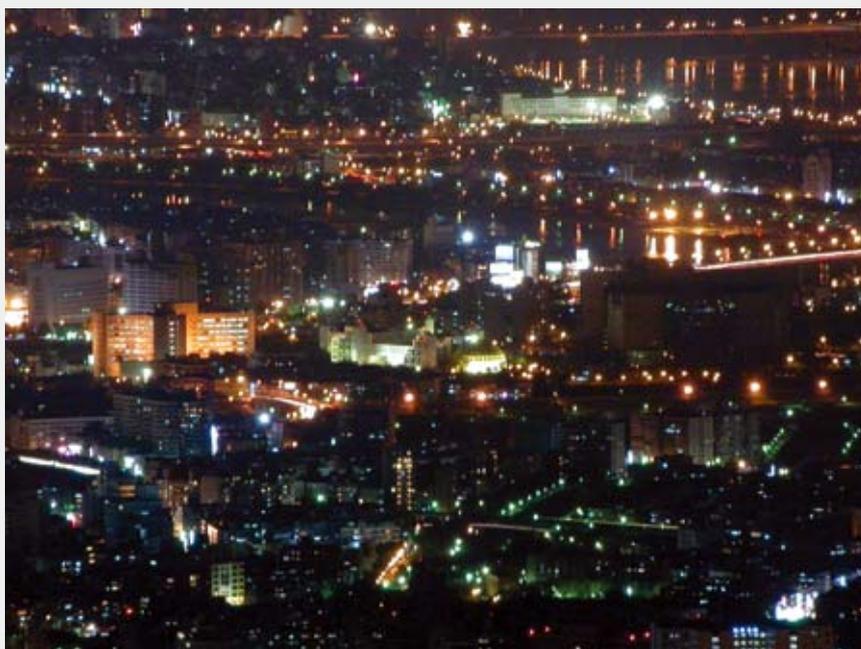
主講 / 洪景川

### 什麼是光污染

光污染又名光害，是過度使用照明系統而產生的問題，使得城市裡甚至城市外的夜空星光被都會的燈光覆蓋而消失，也使天文學家的觀測研究受到影響，甚至破壞了生態的平衡。幸自1980年代初，全球『暗空運動』開始推展，目的就是要鼓勵人們減少使用不必要或是不當的照明系統，以減輕光污染的危害。

光污染是工業化的副產品，最主要是來自居家的照明、廣告招牌、辦公室、工廠、街燈以及露天大型運動場的照明。受光污染影響較嚴重的國家主要是已開發國家，例如歐美及日本等國。

光污染是嚴重而有礙健康也是浪費能源的問題。光污染的量與地區釋放出的光線量成正比。政界人士也希望減少光污染，但是他們也指出：在現實生活中，硬要人們關掉照明系統是不切實際的—因為現代工業社會的經濟成長極度依賴照明系統。所以這是一個傳統的污染問題，很難阻止其長遠而



天文館附近的燈海(臺北市)  
攝影/ 洪景川



臺北盆地光害下的皓月與木星(陽明山公園大屯山頂)  
攝影/ 洪景川

負面的影響。因此得到的結論是：光污染只能靠人們的自覺來逐漸改變生活習慣而設法減輕，並沒有具體的方法可以徹底解決！

但卻有些工業團體認為光污染是重要的問題。例如英國照明工程師公會為其會員提供了與光害相關的資訊、光害所製造的問題以及該如何減少光害的方法。廣告商和廣告的業主基本上都希望透過耀眼的強光來吸引顧客的注意；然而他人卻可能覺得反感！另一種常見的光污染則是居家照明系統的光線，越過了自家的界線而照向鄰居的私人領域，而且都是些對人毫無助益的光，這當然會使人感到極度的厭惡與困擾。

至於那些光線可以被接受？那些人須要為光

污染負責？諸如此類的問題常有不同的見解；因此在不同團體之間，有時須要進行協商。即便是各國政府的相關部門，對光污染問題也多採取彈性處理的手法：主要是參考該光源背後的利益、信念與社會所能接受的程度，並進而根據估計所得的結果，將超過標準的光線限制在法定可以接受的範圍之內。

## 光污染的種類

光污染是由多種問題匯集而成的，大部份均來自低效率和令人煩厭以及非必要的人造光源。主要的光污染種類可分為以下五大來源。通常令人厭煩的光污染光線多半來自其中的一種或多種混成：

### 1. 光侵犯 (Light Trespass，又稱為光害騷擾)

光侵犯是指不必要的光線進入了他人的私有領域。例如自家的居家照明過於耀眼而影響到鄰居，使他人感到不適。照明系統的強光照向鄰居家中阻礙其睡眠，就是常見的光害騷擾。

光侵犯對天文同好而言問題很大，因為群星的微弱星光經常會被城市的強烈燈光所掩蔽，使得同好們進行觀星活動時變得極為困難，即使被迫移師到漆黑而寂靜的高山上或鄉間來進行，還不見得能完全躲得掉呢！

### 2. 過度照明(Over-illumination)

過度照明是光線的過度使用。在美國國內，過度照明一天大約會浪費掉相當於二百萬桶原油的能量。這是以美國一天會消耗等同於五千萬桶石油的能源為基礎來估算的。但其實60%的美國能源供應來自於天然氣、水力發電和其他非石油的能源。等同一天的石油消耗桶數只是一種簡易表達方



式，使人能更清楚看出從各種不同的能源中，所表現出的能源耗用總量。更應注意的是，根據美國能源部統計：超過總能源的30%被用在工、商業上及住宅等方面。現有建築物能源稽核顯示：住宅、商業以及工業上使用的照明消耗大約 20% 到 40%的地面能源使用。（住宅區的能源使用只消耗10%到30%的能源在照明用途上，而商用建築則主要用在照明上）；因此照明用能源佔了大約四百萬或五百萬桶的一日等同油量。

另一項能源稽核資料顯示：大約30%到60%在照明方面被消耗的能源是不必要的。另一種計算方式則是從下列事實著手：商用建築的照明耗能超過81.68兆瓦特的電力（美國能源部1999年資料）。因此商用照明本身一天就消耗大約等同四百萬桶到五百萬桶的石油，和以上所估計的照明能源消耗量估計值是一致的。

過度照明的幾項肇因：

- \* 未使用定時器、入侵感應器或其他不需要照明時會自動熄滅照明的控制裝置。
- \* 不正確的照明設計：尤其是在特定工作場所空間內，提供了超過需求亮度的照明。
- \* 未能選用正確的燈具或燈泡，因此無法將光線導入需要的區域內。
- \* 未選用正確的硬體，使得比需求量更多的能源能被消耗來完成照明工作。
- \* 建築物管理者和住戶未接受有效率使用照明系統的完整訓練。
- \* 不適當的照明維護，導致散亂光的增加和能源的耗費。

其實這些問題大部分都能馬上採用可行又不昂貴的技術來修正；然而在照明設計的領域中或在地主和承租者方面，依然存在相當可觀的阻力（執舊的慣性或惰性），阻礙了光害問題的迅速修正。最重要的是亟需大眾的全面覺醒，使工業化國家的居民願意改善，並能體察減少過度照明後所能獲致的龐大正向利益。

### 3. 眩光(Glare)

眩光是指直接觀看照明系統核心或燈絲時所產生的短暫目眩現象。街燈的光線直接射入行人及駕駛人的眼睛裡會造成長達一小時影響平常夜間視覺的目眩現象一極可能會釀成意外。此外眩光會使人們分辨光度強弱的能力降低，而且在短時間內難以回復。

### 4. 雜亂光(Clutter)

雜亂光是指光線過度混亂所造成的現象。多種不同光線組合起來可能會造成混淆，使人們無法留意到障礙物，進而釀成意外。雜亂光的情況在街燈設計錯亂的道路上尤其常見：若非光度不足，就是光度太強，或是光源的顏色不同，這都會使駕駛人或行人的視覺專注力被分散並釀成意外。

### 5. 天空輝光(Sky glow)

天空輝光是指人口稠密區所能看到的天區輝光效應。這是由各大樓間相互反射大樓的光線，並再由附近的大氣反射至天空所造成的效應。此反射與光線的波長具有密切的關係。在白晝日照時使天空變藍的瑞利散射在這裡也可以適用—這些相互反射



星座之王也不敵光污染(花蓮縣吉安鄉)  
攝影/ 洪景川

的光線竟使人們在夜裡也可看到天空呈現深藍色！這當然會減低了天空與星星的對比度，使得觀察星光變得更加困難，所以星星便從天空中平白地消失了！

自從『波特爾暗空分類法』(Bortle Dark-Sky Scale)於天空及望遠鏡雜誌(Sky and Telescope, 波特爾, 2001年)上刊登後，開始被人們用來衡量天空輝光的程度。波特爾暗空分類法將黑暗天空受到天空輝光的影響程度分為1至9級—每級均有詳細的描述及介紹，這方便了天文同好在選擇合適的觀星地點時作為參考依據。(參考P.10表格)

### 三、光污染的影響

#### 1. 光汙染浪費能量

當光線並不能照射到預定的目標時，便會浪費能源。例如某些固定光源向天空照射而非向地面照射時便是如此。另外當產生的光線比需要的更多時，也會浪費能源。有些國家在簽訂『京都協議書』後開始研究減少使用能源的方法，而個

人、組織及各國政府部門有時也會尋求更有效使用光線的方法來減少電費的支出。

不合理使用照明最直接的結果便是能源的浪費。根據「國際暗空協會」(International Dark-Sky Association—IDA)的統計，美國有30%的戶外照明都是射向天上而浪費掉，每年白白浪費的電費更高達15億美元！更令人扼腕的是，這些燈光所耗的能源，相等於燃燒六百萬噸煤炭所產生的能量，這也平白增加了空氣的污染和地球的負擔。一個城市的街燈若超過二十萬盞，即使沒有準確的數字，每年需耗的電費大概也很可觀！

#### 2. 光汙染減低安全性

很多人在夜裡要以光線來增加安全感，部份人士亦指出充足的光線可以減少犯罪案件的發生；但是錯亂的安全燈光可能會適得其反！所以如何正確地使用光線及增加光線的使用效率是個相當重要的課題。

#### 3. 光汙染破壞黑夜的天空

很多城市的居民不能在夜空裡看到銀河或星星，這嚴重損害了天文同好及一般民衆的雅興與人文及科學素養。所以現在已經有環保團體提倡要淨化夜空，對星空進行「保育」，並將淨化夜空視為一種文化保育的運動。

#### 4. 光汙染可能危害人類的健康

醫學研究指出過度的光線可以使人變瘦，同時也有數個研究結果認為光污染會影響健康：

1). 有兩個醫學研究指出，在夜間曝露於過量的光線下有更多機會患上乳癌，這是因為人體內協助夜間正常活動的褪黑激素(Melatonin)被壓制不能正常分泌。(Davis et al., 2001; Schemhammer et al., 2001)

2). 近視與黑夜裡受到過度光線照射有關：  
Nature, vol 399, 13 May 1999

3). 感情失控與光線有關：  
Neuropsychopharmacology 1999 vol 21 no.3.

洪景川：任職於臺北市立天文科學教育館



光污染影響-臺北市的武仙M13星團(上)與阿里山的半人馬 $\omega$ 星團(下)比較。攝影/洪景川

## 『波特爾暗空分類法』 (Bortle Dark-Sky Scale)



等級	名稱	顏色	裸眼 極限星等	描 述
第1級	完全黑暗的天空	黑	7.6–8.0	黃道光、對日照以及黃道光帶都能看到。黃道光達到醒目的程度，而且黃道帶延伸到整個天空。甚至僅使用肉眼，M33也是一個極為清晰的天體。天蠍座和人馬座中的銀河區域可以在地面上投下明顯的淡淡影子。經過努力之後，裸眼的極限星等可以達到7.6至8.0等；天空中的木星或金星甚至會影響肉眼對黑暗的適應程度。氣輝（一種一般出現在地平線上15°的天然輝光）也穩定可見。使用32cm的望遠鏡，經過努力可以看到暗至17.5等的恆星，使用50cm的望遠鏡在中等倍率下可以達到19等。如果你在由樹木圍繞的草地上觀測，那你幾乎無法看到你的望遠鏡、同伴和你的汽車。這裡是觀測者的天堂。
第2級	典型的 真正黑暗觀測地	灰	7.1–7.5	沿著地平線氣輝微弱可見。M33可以被很容易的看到。夏季銀河具有豐富的細節，在普通的雙筒鏡中其最亮的部分看起來皆像有著紋路的大理石。在黎明前或黃昏後的黃道光仍很明亮，可以投下暗弱的影子，與藍白色的銀河比較它呈現很明顯的黃色。任何在天空中出現的雲就好像是星空中的一個空洞。除非在星空的背景襯托下，你僅能模糊地看到你的望遠鏡和周圍的事物。梅西爾天體中許多球狀星團都是用肉眼就能直接看到的目標。裸眼的極限星等可達到7.1至7.5等，32cm望遠鏡則可達到16至17等。
第3級	鄉村的星空	藍	6.6–7.0	在地平線方向有一些光污染的跡象。雲在地平線處會被微微的照亮，但在頭頂方向則是暗的。銀河仍然富有結構，M4、M5、M15和M22等球狀星團仍是肉眼明顯可見的目標。M33也很容易用眼角餘光法看到。黃道光在春季和秋季很明顯(頂端仰角達60°)，但它的顏色已顯現微弱。距離你6到9米的望遠鏡已變得模糊。裸眼的極限星等可達到6.6至7.0等，32cm反射望遠鏡則可達到16等。
第4級	鄉村/郊區的過渡	綠 黃	6.1–6.5	在人口聚集區的方向光污染可見。黃道光仍清晰，但延伸的範圍很小，不到半天高。銀河仍能給人留下深刻的印象，但是缺少大部分的細節。M33已難以看到，只有在地平高度大於50°時才勉強可見。雲在光污染的方向被輕度照亮，在頭頂方向仍是暗的。你能在一定距離內辨認出你的望遠鏡。肉眼的極限星等可達到6.1至6.5等，32cm望遠鏡在中等放大倍率下可以達到15.5等。
第5級	郊區的天空	橙	5.6–6.0	僅在春秋季節最好的晚上才能看到黃道光。銀河非常的暗弱，在地平向方向不可見。光源在大部分方向都很明顯，在大部分天空，雲比天空背景要亮。肉眼的極限星等為5.6至6.0等，32cm反射望遠鏡則為14.5至15等。
第6級	明亮郊區的天空	紅	5.1–5.5	甚至在最好的夜晚，黃道光也無法被看到。僅在天頂方向的銀河才能看見。天空中的地平高度35°以下的範圍都發出灰白的光。天空中的雲在任何地方都相當亮。你可以毫不費力的看到觀測桌上的目鏡和望遠鏡的配件。沒有雙筒鏡M33已不可能看到，對於肉眼來說M31也僅僅是比較清晰的目標。肉眼極限星等為5.5等，32cm望遠鏡在中等放大倍率下可以看到暗至14.0至14.5等的恆星。
第7級	郊區/城市過渡	紅	最佳5.0	整個天空呈現模糊的灰白色。在各個方向強光源都很明顯。銀河已完全不可見。M44或M31肉眼勉強可見但非常不明顯。雲被照亮。甚至使用中等口徑的望遠鏡，最亮的梅西爾天體仍顯得像蒼白的鬼影。在極度的嘗試之後，肉眼極限星等為5.0等，32cm反射望遠鏡勉強可以達到14.0等。
第8級	城市天空	白	最佳4.5	天空發出灰白色或橙色的光，你能毫無困難地閱讀報紙的標題。M31和M44只有在最好的夜晚才能被有經驗的觀測者用肉眼看到。用中等大小的望遠鏡僅能找到最亮的梅西爾天體。一些熟悉的星座已無法辨認或是整個消失。在最佳情況下，肉眼極限星等為4.5等(如果您知道要往哪兒找的話)，32cm反射望遠鏡則為13等。
第9級	市中心的天空	白	最佳4.0	整個天空被照的通亮，甚至在天頂方向也是如此。許多熟悉的星座已無法看見，巨蟹座、雙魚座等暗弱的星座根本看不到。也許除了M45昴宿星團外，肉眼看不到任何的梅西爾天體。只有月亮、行星和一些明亮的星團才能給觀星者帶來一些樂趣(如果能找到的話)。肉眼極限星等為4.0等或更小。

原文來源：SkyandTelescope.com - Saving Dark Skies： <http://skytonight.com/resources/darksky/3304011.html>

Wikipedia, Bortle Dark-Sky Scale: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bortle\\_Dark-Sky\\_Scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Bortle_Dark-Sky_Scale)

中譯來源：談天文網 (2-sky.com) <http://www.2-sky.com/observation/ShowArticle.asp?ArticleID=175>

# 如何測定光害程度與光害普查

主講/ 林宏欽

**光**害(一般也稱為光污染)跟空氣污染、水污染...一樣, 隨著人類社會發展而日益嚴重。光害的問題常被忽略, 但我們可以想像一個「只有白天、沒有黑夜」的世界, 對自然生態及人類作息會造成多麼大的影響。

從太空看地球, 衛星空照給出令人驚異的夜間全貌, 全世界各大都市無不深陷在飽和的光暈之中。香港因為地狹人稠, 都市過度發展, 是華人地區比較早注意到光害問題的, 然而如今香港光害還是嚴重到連離島都不能倖免。香港同好現在想要看真正的銀河必須「出國」, 最近的地方是到臺灣高山或大陸深處。臺灣的西半部人造燈光連成一片, 所幸四面環海且高山林立, 我們尚能勉強保住一些淨土。

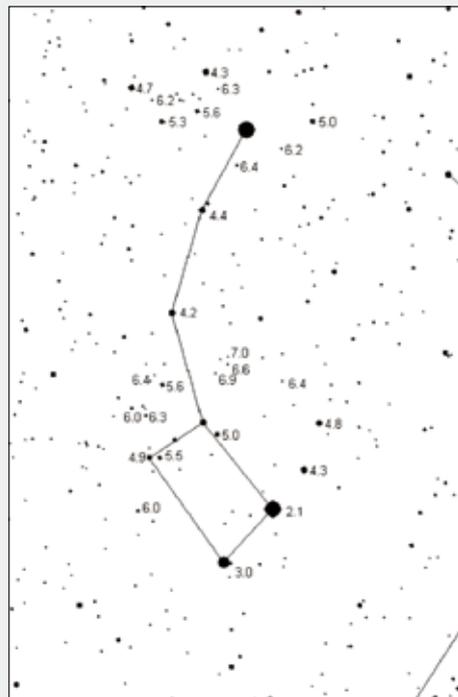
## 如何測定光害程度

利用攝影或專用儀器如Sky Quality Meter (<http://unihedron.com/projects/darksky/>)來測定光害程度是較精確的方式, 但攝影因各人裝備不同不易標準化、而Sky Quality Meter 所費不貲不易普及, 所以人眼還是一個比較簡單實際的選擇。

當天空被光照亮會淹沒暗星, 只能看到較亮的星, 而星星的亮度基本上是固定的, 所以我們可以利用目視看得到多暗的星(目視極限星等)來客觀地評估一地光害程度。通常最適合觀察的是天頂方向, 但因地球自轉的周日運動, 不同時間天

頂的星座都不一樣, 需認得相當星座者才有辦法進行。而北極星附近星場因仰角高度固定, 且只需認識小熊星座, 故為一個理想的參考天區。北極星所屬的小熊座及星等標示如圖一。

在晴朗無雲且沒有月亮的夜晚, 找一個儘量不受燈光直接影響的地方(例如: 樓頂), 等待約10分鐘讓眼睛適應黑暗後, 找出北極星, 再看能不能看到小熊座其他星, 簡單紀錄如表一,



圖一：小熊座星等分佈圖, 小熊尾巴末端即為北極星(2.02 等)  
(摘自<http://www.physik.uni-osnabrueck.de/astro/aol/lightpol.html>)

年月日時分 (CST)	地點	地理經緯度	目視極限星等	觀測者	觀測狀況 (月相、觀測環境描述、雲...)
2007-03-31 22:00	臺北天文館	121.xxx+25.xxx	1	張桂蘭	晴無雲、市區光害嚴重
2007-03-31 21:00	鹿林天文臺	120.yyy+23.yyy	6	林宏欽	晴
2007-03-31 24:00	蔴峰	120.zzz+24.zzz	5.5	陳立群	快晴

表一



都市地區因為光害嚴重，看得到的星星只有稀稀疏疏幾顆，位置偏低的北極星及小熊座很難看到，所以簡單地就看得到的亮星數目進行估計，不同星等的星數如下表，例如可以看得20顆星，那目視極限星等大約為1等。通常市區可見星數約在10左右，目視極限星等約0等星。無光害的高山目視極限星等接近6，所見星星數目上千，為都市的100倍，已無法盡數，就可用小熊星座目視極限星等來判斷。這些資料回報到天文館彙整，一個月一次，長期下來就可以瞭解各地光害變遷。

星等	星等範圍	星數	累計星數
-1	-1.50 to -0.51	2	2
0	-0.50 to +0.49	6	8
1	+0.50 to +1.49	14	22
2	+1.50 to +2.49	71	93
3	+2.50 to +3.49	190	283
4	+3.50 to +4.49	610	893
5	+4.50 to +5.49	1929	2822
6	+5.50 to +6.49	5946	8786

(摘自<http://www.stargazing.net/david/constel/howmanystars.html>)

## 光害普查

衛星夜間空照圖受限於解析能力，只能作為大範圍地區的參考，進一步詳細且長期的地面觀測資料還是很重要的，利用目視極限星等測定光害的方式，結合各地同好的力量，可以對臺灣地區光害分佈做一系統性的調查。尤其是幾個觀星聖地及各天文臺，為發揮旅遊、攝影、教學及研

究等功能，更需要對所在地附近光害情形進行監控，必要時勸導規範，以避免影響應有功能。

建議馬上進行光害監測之地區如下：

- \* 觀星聖地(例如鳶峰、塔塔加、大雪山、墾丁…)
- \* 天文臺(例如天文館、鹿林、溪頭、南瀛…)
- \* 學校天文臺
- \* 有天文觀星發展潛力的旅遊風景區(例如阿里山、福壽山、清境…)

隨著人口匯聚與建設發展，照明需求只會越來越多，勢不可免。所以在都市地區對於光害基本上訴求是節約能源，減少不必要的照明浪費(像節約用水用電一樣)，但除非透過法律規範管制(譬如機車強制戴安全帽，否則是很難達到一定效果。

目前唯一可行的方式是像自然保護區、國家公園一樣，規劃星空保護區，作為守住自然環境的最後一道防線。事實上自然保護區、國家公園因為沒有路燈、飯店…等等建設，光害也就很少，正是天文觀測的絕佳地點。最後不要忘了我們只有一個地球，也只有一個天空！

參考資料

International Dark-Sky Association (IDA),  
<http://www.darksky.org/>

光害- Wikipedia, <http://zh.wikipedia.org>

Measuring light pollution, <http://www.physik.uni-osnabrueck.de/astro/aol/lightpol.html>

林宏欽：國立中央大學天文所鹿林天文臺臺長

# 省電照明及光污染防治

主講/ 李麗玲 整理/ 蔡穎仁

城市景觀所造成的光害是個日益嚴重的問題，所以先讓大家了解一下照明的基本概念，來探討把光污染程度降到最低的照明節能策略與手法及光污染分析與防制。

人工照明需求在全球開發環境下，一直在持續增加用電，2005年照明用電為2651TWH，佔全球總發電量的19%，照明系統將朝高效率化方向發展，以免能源一下子消耗太多。我們以前常講的幾燭光、幾燭光是在講光源體的發光能力有多



都市地區因為光害嚴重，看得到的星星只有稀稀疏疏幾顆，位置偏低的北極星及小熊座很難看到，所以簡單地就看得到的亮星數目進行估計，不同星等的星數如下表，例如可以看得20顆星，那目視極限星等大約為1等。通常市區可見星數約在10左右，目視極限星等約0等星。無光害的高山目視極限星等接近6，所見星星數目上千，為都市的100倍，已無法盡數，就可用小熊星座目視極限星等來判斷。這些資料回報到天文館彙整，一個月一次，長期下來就可以瞭解各地光害變遷。

星等	星等範圍	星數	累計星數
-1	-1.50 to -0.51	2	2
0	-0.50 to +0.49	6	8
1	+0.50 to +1.49	14	22
2	+1.50 to +2.49	71	93
3	+2.50 to +3.49	190	283
4	+3.50 to +4.49	610	893
5	+4.50 to +5.49	1929	2822
6	+5.50 to +6.49	5946	8786

(摘自<http://www.stargazing.net/david/constel/howmanystars.html>)

## 光害普查

衛星夜間空照圖受限於解析能力，只能作為大範圍地區的參考，進一步詳細且長期的地面觀測資料還是很重要的，利用目視極限星等測定光害的方式，結合各地同好的力量，可以對臺灣地區光害分佈做一系統性的調查。尤其是幾個觀星聖地及各天文臺，為發揮旅遊、攝影、教學及研

究等功能，更需要對所在地附近光害情形進行監控，必要時勸導規範，以避免影響應有功能。

建議馬上進行光害監測之地區如下：

- \* 觀星聖地(例如鳶峰、塔塔加、大雪山、墾丁…)
- \* 天文臺(例如天文館、鹿林、溪頭、南瀛…)
- \* 學校天文臺
- \* 有天文觀星發展潛力的旅遊風景區(例如阿里山、福壽山、清境…)

隨著人口匯聚與建設發展，照明需求只會越來越多，勢不可免。所以在都市地區對於光害基本上訴求是節約能源，減少不必要的照明浪費(像節約用水用電一樣)，但除非透過法律規範管制(譬如機車強制戴安全帽，否則是很難達到一定效果。

目前唯一可行的方式是像自然保護區、國家公園一樣，規劃星空保護區，作為守住自然環境的最後一道防線。事實上自然保護區、國家公園因為沒有路燈、飯店…等等建設，光害也就很少，正是天文觀測的絕佳地點。最後不要忘了我們只有一個地球，也只有一個天空！

參考資料

International Dark-Sky Association (IDA), <http://www.darksky.org/>

光害- Wikipedia, <http://zh.wikipedia.org>

Measuring light pollution, <http://www.physik.uni-osnabrueck.de/astro/aol/lightpol.html>

林宏欽：國立中央大學天文所鹿林天文臺臺長

# 省電照明及光污染防治

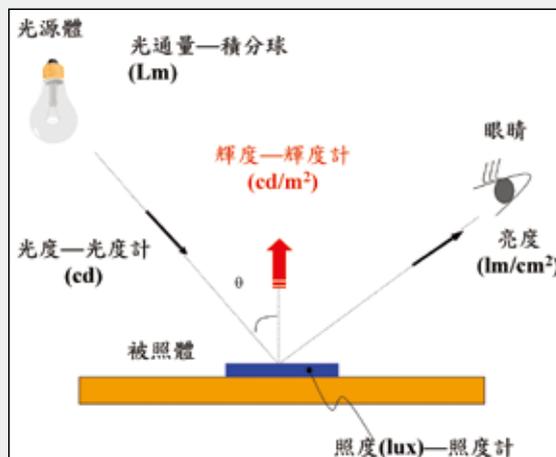
主講/ 李麗玲 整理/ 蔡穎仁

城市景觀所造成的光害是個日益嚴重的問題，所以先讓大家了解一下照明的基本概念，來探討把光污染程度降到最低的照明節能策略與手法及光污染分析與防制。

人工照明需求在全球開發環境下，一直在持續增加用電，2005年照明用電為2651TWH，佔全球總發電量的19%，照明系統將朝高效率化方向發展，以免能源一下子消耗太多。我們以前常講的幾燭光、幾燭光是在講光源體的發光能力有多

強，現在則是在意每瓦特能產生多少流明，照明系統發光效率由1965年的18Lm/W提高至2005年48Lm/W。其中，一燭光是指在一公尺距離所量得一盞蠟燭的發光強度，而流明是光通量單位，流明/瓦(Lm/W)則是發光效率的單位。

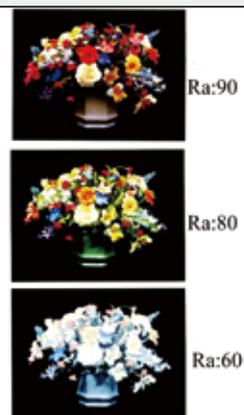
眩光像是以前小朋友在畫太陽的光芒、會造成眼睛的不舒服，可分為直接眩光、反射眩光與背景眩光。眩光就是令人不舒服的照明；光源與背景環境不配合時，會對眼睛造成刺激，所以室內設計要講究天花板、地板、牆壁及桌面的材質。現在大家最怕在看電腦螢幕時，有很多的燈具在裡頭，這會讓我們看不到螢幕上的東西。



照明基本名詞圖示

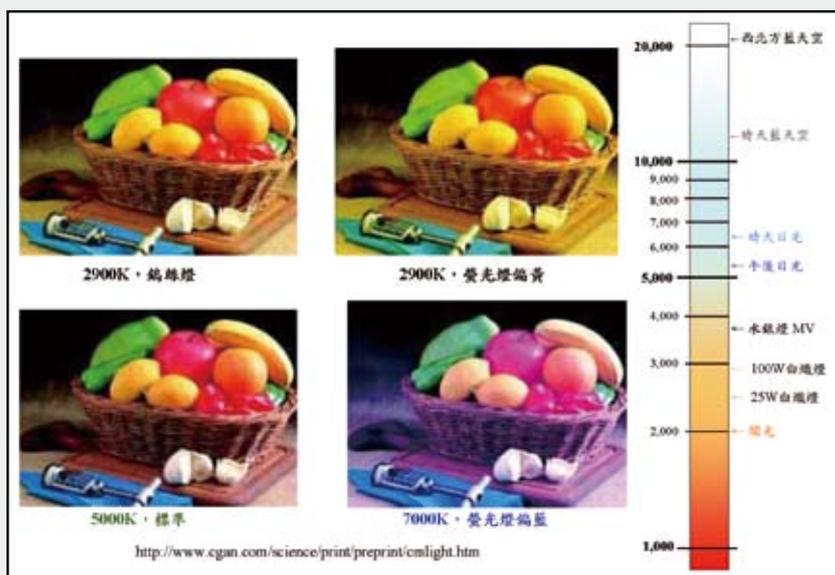
照明看得清不清楚的關鍵為照度及演色性，照度就是一般所熟知的勒克斯(Lux)，因不同場合需求而異；至於演色性是指能否呈現出色彩真正的顏色。太陽光是全世界最好的照明，因為它是連續的光譜，照明的目的之一是希望在室內的紅是跟它在太陽光下的一樣。常用的光源中，演色性最優良的是白熾燈與鹵素燈，普通程度的是螢光燈、省電燈泡及複金屬燈，較差的是水銀燈、高壓鈉燈。怎麼去看演色性好或不好呢？賣菜的或是賣水果的看得出來！如果同時賣了芭樂或是蘋果的時候，用同一個燈去打的结果會是怎樣的一個結果？如果水銀燈打芭樂，水銀燈是比較偏藍，翠綠很漂亮；但如果水銀燈去照蘋果一定不紅，這是場合與演色性的關係。

指數 (Ra)	等級	演色性 評價	一般應用	燈源
90~100	1A	優良	需要色彩精確比對與檢核之場所。	鹵素燈、白熾燈、三波長燈管
80~89	1B		需要色彩正確判斷即討好表觀之場所。	複金屬燈、省電燈泡
60~79	2	普通	需要中等演色性之場所。	螢光燈
40~59	3		演色性要求較低，但色差不可過大。	
~39	4	較差	演色性不重要，明顯色差亦可接受。	水銀燈、鈉燈

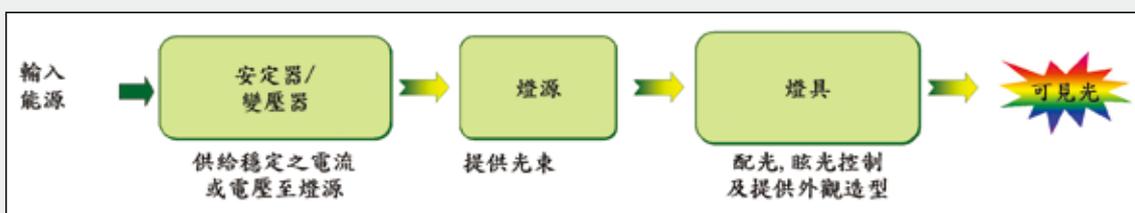


圖示一演色性之比較

色溫定義為光源體點亮時的光色，它是以黑體加熱至產生相同顏色之溫度定義，單位是絕對溫度Kelvin(K)。蠟燭光的色溫為偏紅的2000K，100W的白熾燈色溫為偏黃的2900K，辦公室內常用的螢光燈色溫約在5500K。色溫在天然太陽光裏是看得到，從早上到晚上太陽光在天空中的顏色是不一樣的。通常藍白色的光看起來會比較冷涼一些，而白熾燈炮的光看起來會比較溫暖一點。



圖示一光源色溫



提到照明就必須強調節能，從電源輸入到最後轉換為光的過程中，影響電光轉換效率的照明電光轉換三項因素為 (1) 光源體：如白熾燈、螢光燈、高強度氣體放電燈、LED等 (2) 電控元件：包含傳統式與電子式安定器/變壓器 (3) 燈具效率：嵌入式、吸頂式、懸吊式等燈具。

光源體是照明系統的核心主宰者，評量光源有四個主要參數---發光效率、壽命、色溫及演色性。發光效率定義為單位電能點亮光源產生之流明數；單位為流明/瓦 (Lm/W)；發光效率並非單一值，燈管功率越高發光效率隨之提升，螢光燈管發光效率是直管較彎的高、管徑細的較粗的高、燈管長(功率高)較短的高。發光二極體(Light Emitting Diode)是最新的光源，它跟傳統發光方式完全不同，是利用半導體P-N接面通電而產生光的元件，有體積小、色彩純正、反應速度快、耐震性佳、無汞、元件壽命長、直流電壓起動、發光強度與驅動電流成正比等優點。近兩年技術快速提升，發光效率已達螢光燈，是未來照明的主流之一，目前LED在戶外照明應用蓬勃發展，適當使用將有效改善光汙染。

光源壽命是指光源體燒毀一半時數(如白熾燈泡)或光輸出衰減至70%初始光衰之時數(螢光燈、省電燈泡及水銀燈等)；光源體的一般特性如下表。

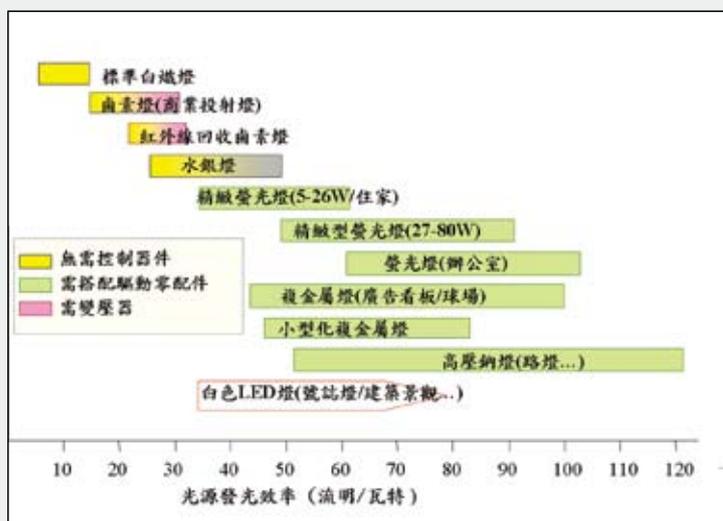
光源種類	壽命(KHrs)	色溫 (K)	演色性(%)
白熾燈	0.5~1	2800~3000	100
鹵素燈	1~3	2900~3200	100
普通螢光燈	10~20	4000~6500	60~75
三波長螢光燈	10~20	2700~6500	80~98
省電燈泡	3~6	2700~7000	80~85
PLC燈泡	6~10	2700~6500	80~90
高壓鈉氣燈	16~24	2000~2500	20~85
低壓鈉氣燈	14~18	2000~2500	20~30
複金屬燈	7.5~20	3000~6000	60~96
水銀燈	16~24	3300~5700	10~60
無電極燈	10~60	3300~5700	10~80
白光LED	10~100	3300~5700	50~60

照明系統之目的在提供一個適當的視覺環境給使用者，滿足執行工作之所需。有效率的照明定義為對的時間與地點提供正確的照明。照明系統整體效率為物理效應、生理反應、心理反應之綜合結果。

節能考量下，光源產品替代趨勢為緊湊型螢光燈取代白熾燈泡、複金屬燈取代鹵素燈泡、高壓鈉燈取代水銀燈、T8及T5螢光燈管取代T12螢光燈管。(T代表Tube，數字代表管徑)

根據國際照明委員會CIE (International Commission On Illumination)所提出照明節能原則如下：

- (1) 依工作需要，決定照度標準。
- (2) 照度需求下，利用節能照明設計。
- (3) 演色性考量下，使用高效燈具。
- (4) 採用無眩光高效燈具。



- (5) 室內使用高反射材料。
- (6) 照明與空調之間熱處理。
- (7) 設置節能管理設備。
- (8) 利用人工照明與自然採光。
- (9) 定期清潔維護照明器具。

照明系統元件選用準則為：(a) 選用發光效率(高)、光通量高及光衰減率(低)的光源體，並考慮其平均壽命、演色性、色溫度、色偏移及安全因素等；(b) 控制器件[安定器/變壓器]要考慮光源與控制器件匹配效益、安定器耗損、諧波、是否通過性能與安規檢驗；(c) 燈具要考慮效率(光輸出比)、光學系統(眩光/上方光束)、配光曲線(照明率/眩光)、造型、安全及防護；(d) 日光照明感應自動調光、建築管理系統等照明控制方式，並應考慮佔用感知開關。

安定器提供一阻抗穩定放電燈(日光燈、HID燈等)的燈管電流，確保燈管性能與壽命之元件。傳統式安定器需搭配啓動器，主要構造為矽鋼片鐵心以漆包線纏繞，構成一抗流線圈；又稱傳統式或標準型安定器。電子式安定器為趨勢主流，利用半導體元件，匹配燈管特性設計高頻電力電子電路，點亮燈管與提供穩定電流，可附加異常保護、功因修正、調光等功能；效率較傳統式高約10-15%。

照明控制之目的為省電、配合設施利用形態的變化、創意照明及省力。照明控制的種類有以光感測開關控制的自動開關、照明管理系統、人體感應延遲開關的時控開關、調光器。

定期檢查及更換光源並且清潔燈具及室內表面以維護照明系統。選擇使用壽命長之光源體以減少維護工作，且超過光源經濟壽命而繼續使用，光源之光輸出與發光效率皆會降低，因此需定期更換光源。集體更換式(Group Relamping)較重點更換式(Spot Relamping)有效率，且平均人工成本較低，完工後提供均勻之照明品質。定期清潔燈具與室內表面，可維持光輸性能(灰塵的累積可造成10~20%之光衰減)，避免作業平面照度降低。

光環境基本需求為舒適性、功能性及安全

性。光環境特性參數有照度、配光、光色、自然光、效率、眩光、光害、演色性、均勻度、閃爍及維護等。光與大自然有怎樣的關係呢？不當的照明會浪費能源、污染環境、影響生活與健康。辦公室眩光將造成心理不適，降低工作績效。過亮的夜間照明讓天上的星星不見了；候鳥迷路了；半夜2-4點2500lux的照明環境會導致黑色素累積；……。缺乏適當的日照，人類的生理時鐘會失調，導致神經行為的遲緩與疲倦感。光污染影響植物及動物的自然成長，稻子不結穗、螢火蟲繁殖率降低；破壞自然生態。

照明系統的演進為：(1)照明系統提供必要亮度就OK (~80%)。(2)節能照明考量用電與適當照度等 (~20%)。(3)優質光環境為節能、環保、精緻化、低眩光與低光害照明光環境之營造。21世紀照明為匹配地球與人的需求提供節能、環保與明亮安全兼顧的優質光環境。

如何防制光污染呢？照明節能光害防制政策，在標準法規方面要制定城市景觀照明設計規範、街道燈具標準、廣告招牌設置標準；在市場策略方面要提倡優質光環境教育與推廣、照明設計專業認證並獎勵節能環保照明產品；在技術研發方面要求高效率、低眩光、精美又安全之燈具，朝向智能化、人性化控制系統方向發展以及注重照明設計研究。

高效率照明技術策略與潮流趨勢為節能、環保、人性化、電腦化、精緻化。依據應用場合搭配光源體性能可歸納為：(a) 無電極氣體放電燈之功率大於400W、光效大於120 lm/W、壽命高於50,000 hrs，應用場合為運動場/體育館、大型戶外廣場、大型廠房/倉儲、道路與隧道照明、光導管與平面照明；(b) 高照度氣體放電燈之功率介於20W到400 W、光效大於85 lm/W、壽命高於10,000 hrs，應用場合為道路照明、戶外廣告看板、商品展示館、會場大廳、運動場/體育館；(c) 直管/緊湊螢光燈功率以10~60W 居多、光效大於 70 lm/W、壽命大於8,000 hrs，應用場合為辦公室、停車場/走廊、教室照明、超商超市、家庭照明、警急照明燈；(d) LED照明系統之功率小於35 W、光效大於



30 lm/W、壽命 50,000 hrs，應用場合為裝飾照明、緊急照明/手電筒、檯燈/閱讀燈廣告背光、號誌/指示燈、動態大型看板。

## 光污染防治

光污染防治可分為以下幾項重點：(1) 道路與戶外照明設計標準；(2) 燈具之能效及配光準則；(3) 景觀與建築照明用電管制；(4) 商業廣告光色、輝度與耗能管理；(5) 交通號誌、指

示等時控與光控節能。

## 結語

21世紀照明訴求「節能」、「環保」與「人性」；透過政策法規推動及高效能燈具，實現節電並降低光污染。整合高效率光源、低光害燈具、控制系統、照明設計以及適當清潔，以實現優質照明系統與經濟效益兼備。LED效率佳、易  
李麗玲博士：任職於工研院能環所

# 如何透過光害濾鏡去除光污染影響

主講/ 陳立群

天文觀測與天文攝影深受光害影響，明亮的光害使目視觀測者看不清楚天體，光污染累積在底片或CCD等感光元件上，使原本欲拍攝的主體模糊或對比變差。光害使天空背景不夠黑，長時間曝光後背景泛白，微暗的天體淹沒在背景中，訊噪比(Signal to Noise Ratio, SNR)變差。

## 光害的來源與形式

光害可分為天然的與人為的。天然的光害包括曙暮光、夜光 (Air Glow，也有人稱為夜空光或天光)、黃道光(Zodiacal light)、月光、極光、雪景反光；人為的光害包括夜間戶外照明與室內照明，後者對於天文攝影之影響較小。

天然光害的主要形式可分為散射(Scatter)與夜光(air glow)。白天由於大氣粒子散射陽光使天空呈現藍色，夜晚大氣粒子以同樣方式散射恆星或行星的星光，使攝影後產生背景灰霧(Sky Fog)。夜光是藉由地球磁場傳送到大氣層上方的帶電粒子(太陽風)激發空氣分子能階躍遷而發光。另外，太陽光被黃道附近塵埃粒子散射，會產生所謂的「黃道光」，使得底片產生翳霧(背景灰霧)。

背景灰霧極限(Sky Fog limit)是光害或自然天光

造成之影響超過底片原本要記錄天體的效應。例如，施密特相機的大光圈導致很快達到背景灰霧極限，使用彩色或黑白底片曝光必須短於10分鐘。如圖1，一般以Kodak E-200底片拍攝七、八分鐘之目標(如北美洲星雲)，以8" f/1.5施密特相機拍攝時仰角已低，受光害影響，背景灰霧造成效應。如果使用



圖1. 受背景灰霧影響的北美洲星雲，Celestron 8" f/1.5 Schmidt Camera, Takahashi EM-200 Temma 2 赤道儀, 2006/12/18 20:12-20:20, Kodak E-200 增感2級, 新中橫夫妻樹, 陳立群攝



30 lm/W、壽命 50,000 hrs，應用場合為裝飾照明、緊急照明/手電筒、檯燈/閱讀燈廣告背光、號誌/指示燈、動態大型看板。

示等時控與光控節能。

## 光污染防治

光污染防治可分為以下幾項重點：(1) 道路與戶外照明設計標準；(2) 燈具之能效及配光準則；(3) 景觀與建築照明用電管制；(4) 商業廣告光色、輝度與耗能管理；(5) 交通號誌、指

## 結語

21世紀照明訴求「節能」、「環保」與「人性」；透過政策法規推動及高效能燈具，實現節電並降低光污染。整合高效率光源、低光害燈具、控制系統、照明設計以及適當清潔，以實現優質照明系統與經濟效益兼備。LED效率佳、易  
李麗玲博士：任職於工研院能環所

# 如何透過光害濾鏡去除光污染影響

主講/ 陳立群

天文觀測與天文攝影深受光害影響，明亮的光害使目視觀測者看不清楚天體，光污染累積在底片或CCD等感光元件上，使原本欲拍攝的主體模糊或對比變差。光害使天空背景不夠黑，長時間曝光後背景泛白，微暗的天體淹沒在背景中，訊噪比(Signal to Noise Ratio, SNR)變差。

造成之影響超過底片原本要記錄天體的效應。例如，施密特相機的大光圈導致很快達到背景灰霧極限，使用彩色或黑白底片曝光必須短於10分鐘。如圖1，一般以Kodak E-200底片拍攝七、八分鐘之目標(如北美洲星雲)，以8" f/1.5施密特相機拍攝時仰角已低，受光害影響，背景灰霧造成效應。如果使用

## 光害的來源與形式

光害可分為天然的與人為的。天然的光害包括曙暮光、夜光 (Air Glow，也有人稱為夜空光或天光)、黃道光(Zodiacal light)、月光、極光、雪景反光；人為的光害包括夜間戶外照明與室內照明，後者對於天文攝影之影響較小。

天然光害的主要形式可分為散射(Scatter)與夜光(air glow)。白天由於大氣粒子散射陽光使天空呈現藍色，夜晚大氣粒子以同樣方式散射恆星或行星的星光，使攝影後產生背景灰霧(Sky Fog)。夜光是指藉由地球磁場傳送到大氣層上方的帶電粒子(太陽風)激發空氣分子能階躍遷而發光。另外，太陽光被黃道附近塵埃粒子散射，會產生所謂的「黃道光」，使得底片產生翳霧(背景灰霧)。

背景灰霧極限(Sky Fog limit)是光害或自然天光



圖1. 受背景灰霧影響的北美洲星雲，Celestron 8" f/1.5 Schmidt Camera, Takahashi EM-200 Temma 2 赤道儀, 2006/12/18 20:12-20:20, Kodak E-200 增感2級, 新中橫夫妻樹, 陳立群攝

氫氣增感之Kodak TP 2415黑白底片加上Kodak Wratten #92 filter (深紅濾鏡)，非常適合拍攝H-alpha天體，並降低背景天光造成的影響，曝光需延長為30分鐘到1小時，Robert Reeves的書籍或網站(參考資料2-4)可見到許多他和Kent Kirkley 所拍的經典照片。

人為光害諸如耗電的白熾燈(包含鎢絲燈與鹵素燈)、日光燈、霓虹燈、水銀燈以及做為路燈的低壓鈉燈與高壓鈉燈等。日光燈是燈管的汞原子藉由氣體放電釋出紫外光，再被燈管內表面的螢光物質吸收後，釋放出可見光。高壓水銀燈則藉由高密度的水銀之能階躍遷與吸收紫外光，產生可見光。鈉燈藉由電弧作用使鈉汞蒸氣放電，產生穿透力強的橘黃色可見光，LED燈則是新興的半導體燈，使用壽命長，也許在2012-2015年之間開始大量流行。臺灣一些地區的光害詳如圖2至圖5。

筆者曾經在網路搜尋LED燈具之光譜圖，擔心其譜線可能影響天文上喜歡拍攝的H-alpha天體。後來想到資深天文同好林松南先生曾提到他的工作室有負責設計車燈之照明等，因此於96年9月e-mail請教他有關LED燈具光譜與耗能問題。他告知我所搜尋到的屬於單色LED (藍/黃綠/紅) 的個別光譜圖，不是白光LED。白光LED可以用三顆RGB 單晶片一起封裝混光的方式達成，但製程複雜、成本高，至今並未商業化量產。目前主要還是使用日亞化學的專利，利用藍光晶片發出藍光打到周圍的黃色螢光粉發出黃綠光再混光而成白光；屬於連續光譜。

林松南先生並不是很推薦LED照明，因為單顆LED之發光流明數不高，需要多顆組合才能達到單顆傳統光源之效果，使LED燈具成本很高，又有散熱問題要克服。而且LED晶片採半導體製程生產，是否真的比傳統光源環保，也是個問號，又現今LED路燈散熱多用大片之鋁板鱗片，鋁材是鎔鍊出來的，過程需耗費極大的能源，產生很多CO<sub>2</sub>。他認為低壓鈉燈是目前除了研發中的硫燈外，發光效率最好的，比LED高多了，只是演色性差的問題會給LED燈具廠商拿來做文章。

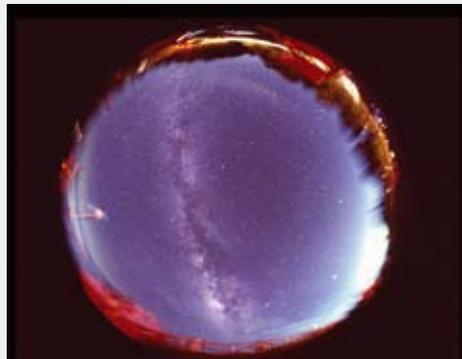
## 天然光害的防範

天然的光害可藉由底下幾種方式來躲避：

- 選擇拍攝日期，例如選擇朔前後5天的月相。

(由上至下) 圖2. 雪景反光，Kiev 60中型相機，80mm f/2.8->4，固定攝影，Kodak E-200 push 2，2005/3/6新中橫公路石山休息區。 圖3. 貓鼻頭附近的光害，HB-120T全天域相機，Nikon 16mm AF f/2.8->4，曝光20分鐘，Kodak E-200 Push 1，Vixen Sphinx赤道儀，北斗七星下方皆為光害，個人認為此地雖然視野遼闊，但光害嚴重需要星空「復育」，不適合辦理梅西耶(註1)馬拉松比賽。 圖4. 合歡山鳶峰的星空，已經受不遠處清境光害影響，HB-120T全天域相機Nikon 16mm AF f/2.8->4，20min，Kodak E-200 Push 1，Kenko SkyMemo-R赤道儀。 圖5. 臺北101附近的夜景雖美，但光害嚴重。 攝影/ 陳立群

註1: Messier為法國天文學家，其發音在臺灣或中國有翻譯為梅西耶、梅西爾或梅西葉，筆者認為梅西耶比較貼近其法文發音。





- 選擇拍攝時間，例如事先查天文年鑑得知天文曙暮光時間(指太陽位在地平線下18度，尚可在光害稀少處看到6等星)。
- 避開視線方向，例如黃道光在日出前之東方與日落後之西方，出現時間長但範圍有限。
- 光害濾鏡，例如使用窄頻濾鏡在月光強時搭配CCD或數位相機，也可使用直切濾鏡搭配施密特相機。
- 選擇地點，例如避開會下雪、會有極光出現的地帶。

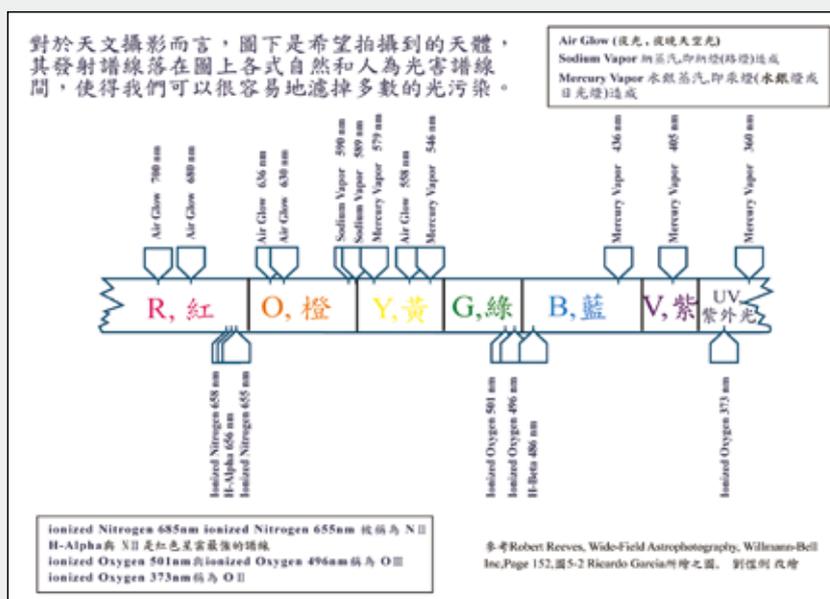


圖6. 光譜

## 以光害濾鏡隔絕光污染

藉由選用適當的光害濾鏡，在光線進入人眼或相機前，隔絕光污染，但仍使天體所發出或反射的光線到達底片或CCD等感光元件，亦即從光害的背景雜訊區分出(Discriminate) 所希望取得的天體訊號。由於人為光害的波長多數並非均勻連續地分佈在整個光譜，而是集中在某些峰值(線光譜)而可以被濾除，加上有許多天體只在光譜的特定部分發光，而非整個光譜都發光，因此光害濾鏡在不少環境下可配合天文攝影或目視觀測，發揮其效用。

如圖6標示天體以及光害的光譜分佈情形，發射星雲 (emission nebula)、行星狀星雲除了少量散射的連續光外，其發光集中在少數特定波長。藉由發射星雲 (行星狀星雲也屬於發射星雲) 與光害譜線位置互不重疊的事實，可以使用光害濾鏡將兩者分開。但恆星、星團、星系或反射星雲

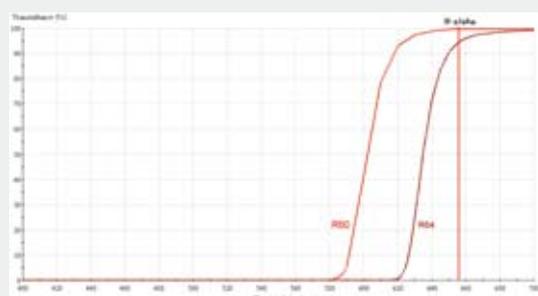


圖7. Kenko R64 Filter 頻譜響應圖(資料來源:Hutech網站)

(如昴宿附近的星雲、心宿二附近有如調色盤般的星雲) 發出的光屬於連續光譜，無法只濾除光害而不減損這些天體所發出的光。此外，光害濾鏡在天文攝影上也能增加拍攝天體的對比(反差)，使畫面的色調豐富、增加美感。

## 直切濾鏡與干涉濾鏡

攝影用的濾鏡有許多是在鏡片材質中加入染料而製成，直切式濾鏡 (Sharp Cutting Filter) 可把波長短於某特定波長 (Cut off Frequency, 一般稱為「臨界波長」) 的光都濾掉，而長於該臨界波長的光全部通過。在通信上這等於是一種高通濾波器(High Pass filter), 將相關濾鏡規格整理如表1。例如富士的SC系列濾鏡 (SC為Sharp Cutting

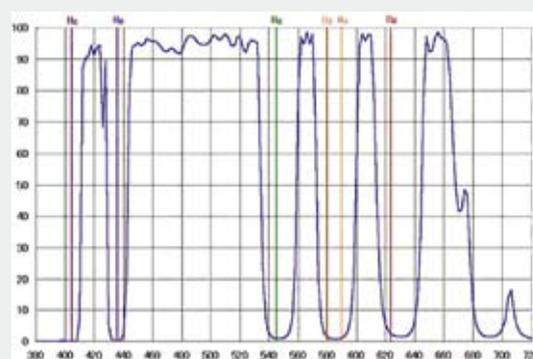


圖8. IDAS Light Pollution Suppression (LPS) Filters 頻譜響應圖

的縮寫)適用於黑白底片, 搭配彩色底片則會整片紅, 讓人難以接受。從編號方式可以看出其規格: 例如SC 64濾鏡可通過640nm以上之光(其臨界波長640nm); SC 60濾鏡可通過600nm以上之光(其臨界波長600nm)。另一方面, 直切濾鏡也可以用來對付色差, 降低彩色底片或數位單眼相機所拍星星有藍暈或是黑白底片呈星點肥大的現象。直切濾鏡通常只適用於以黑白底片拍攝H $\alpha$ 紅色星雲, 但會把行星狀星雲之O III與H $\beta$ 、發射連續光譜的恆星、星團、星系、反射星雲的光給濾掉。圖7是Kenko R64直切式濾鏡之頻譜。

干涉濾鏡是另一種常見的光害濾鏡型態, 在鏡片表面鍍上許多層折射率及厚度不同的薄膜, 利用光線在薄膜間多次反射產生的破壞性干涉來濾除不想要的光, 因此稱為干涉濾鏡。干涉濾鏡能過濾掉波長540-600nm間以及450nm以下之人為光害, 又可拍彩色底片或用於數位單眼相機, 例如IDAS LPS Filter (其頻譜如圖8, 外觀如圖9所示)或 Lumicon Deep Sky Filter都屬於干涉濾鏡。另有常用以搭配CCD攝影的窄頻濾鏡(Narrow Band filter), 也是干涉濾鏡的一種。

## 濾鏡的材質

濾鏡材質可能是玻璃或薄片。圓形的玻璃濾鏡於其外側有金屬框包覆, 鏡框有螺紋, 可旋

入相機鏡頭前的螺紋或放在望遠鏡光路中使用, 例如Kenko、Lumicon、B+W都有出品。Hutech則有提供給Astro-Physics 2.7"對焦座放置72mm玻璃濾鏡於光路中的裝置。也有些濾鏡可接在攝影接管的一端或是數位單眼相機接鏡頭後端內部之插槽, 或是可替換感測器前端原有之濾鏡。濾鏡之口徑越大, 價格也越貴。薄片型濾鏡可分膠質(gelatin)與醋酸纖維(acetate)材質的, 膠質濾鏡以Kodak Wratten filter或CC filter(Color Compensation filter)最有名。柯達的膠質濾鏡只有0.1mm $\pm$ 0.01mm厚, 如圖10, 常見的尺寸為75mm見方, 也有100mm見方或更大的。醋酸纖維濾鏡以富士的SC與CC filter最有名。柯達宣稱, 醋酸纖

臨界波長 (nm)	FUJI	KODAK	B+W	KENKO	LUMICON	顏色
640	SC64	Wratten #92 H-Alpha 通過率76.4%	091	R64	H-Alpha Pass H-Alpha 通過率90.0%	紅
620		Wratten #29 H-Alpha 通過率88.5%				紅
600	SC60	Wratten #25 H-Alpha 通過率87.9%	090	R1		紅
560	SC56		041			橘
505		Wratten #21E H-Alpha 通過率90.3%				橘
460	SC46	Wratten #3				藍
440	SC44					藍
420	SC42		420		Minus Violet (M-V) H-Alpha 通過率96.0%	紫外光
405		Wratten #2A				黃

表一:各式濾鏡之規格



圖9. Kodak各式膠質濾鏡



圖10. 圖左上是IDAS LPS Filter與圖左下為Kenko R64 Filter, 圖右是紅色LED



維濾鏡的厚度不均勻性會比膠質濾鏡大，光學表現稍差。薄片型濾鏡使用上較不方便，想放在鏡頭前，必須配合諸如Cokin的濾鏡架與其供薄片型濾鏡用的框，若要放在望遠鏡裡，得自行切割適當形狀，再設法加進光路。薄片型濾鏡較脆弱，應儘量避免觸摸、刮損、受潮而彎曲及長期照射太明亮的光而褪色。當濾鏡不是放在光學系統的正前方，而是光路中，濾鏡會造成焦點的移動與包含色差在內的各種像差，當濾鏡愈厚愈明顯。此時，0.1mm厚的薄片型濾鏡比玻璃製的濾鏡來得好。

## 光害濾鏡的使用

如圖11，筆者在新竹海山漁港(南寮漁港以南，新竹市往香山方向)以跟親戚所借的Canon EOS 30D接上EF 200mm f/2.8鏡頭及72mm 口徑之IDAS LPS2 濾鏡所攝之C/2006 M4彗星，於2006/10/28 19:11:29因為缺快門線，故以ISO 3200曝光30秒，圖形取中間裁切2014x1446，350dpi，主要可拍攝到彗核。同一天，王威凱先生在合歡山鳶峰，因為背景光害比海山漁港輕微，以更長焦距之Pentax 105SSDHF 焦距539mm，F/5.1所攝之C/2006 M4彗星如圖12，其彗核與彗尾都非常清楚。又如圖13則顯示在光害輕微下，相機鏡頭外接IDAS LPS 2光害濾鏡所拍星雲之對比顯得更清楚。

## 結語

蔡鴻彰與曹永杰前輩說圓山天文臺在1975、1976年中山高速公路開通前還能看到銀河，後來銀河就從記憶中慢慢消失了。而從衛星空照圖也

看得出高速公路所造成的光害非常嚴重。筆者也反對興建蘇花高速公路與合歡山高山纜車，其中一個理由就是路燈光害所造成的嚴重衝擊。據說王為豪博士於高中時代，曾在阿里山看到銀河造成的影子，而這許多原本本土能看到的美景都已經消失了。

2007年3月31日臺北市天文科學教育館舉辦業餘天文研討會探討光害防制的同時，雪梨舉辦了關燈節能活動，但由於所選時間接近滿月，其實無法讓都市人深刻體會真實少污染的星空。2007年6月22日，臺達電子文教基金會於全臺各地舉辦「夏至關燈節能嘉年華活動」，希望藉由「拔插頭，走戶外」，重要建築物響應短暫時間關燈，來宣示節約能源，減少二氧化碳做環保。

臺北市諸如濟南路、北平東路、信義路、建國南路、大安森林公園、等都可以看到除了高聳的水銀燈外，旁邊還有較低燈罩上方為白色會透光、耗能製造光害的路燈。2007年7月15日聯合報記者林宜靜小姐也報導標題為「松山區路燈加裝路燈，竊竊？浪費？」之文章，提及松山區新聚里民署署長陳小姐的讀者認為原有路燈的照明已經足夠，加裝的燈泡太過明亮，照進民宅內，讓一旁的住戶夜不成眠，造成困擾，且有圖利之嫌。但林里長金水反駁認為根據警方統計，新聚里的竊案高居松山區第二名，不斷加裝路燈是為了兌現政見、夜間婦女安全與防失竊。但後來有網友於星星工廠網站留言認為失竊率最高時段在白天，小偷藉家裡無人闖空門，但夜間照明再亮也不可能超過白天的陽光!因此失竊問題主因不在照明不足。



圖11. 筆者於新竹海邊光害中搭配IDAS LPS2 光害濾鏡所拍攝之C/2006 M4彗星



圖12. 同一天，王威凱先生於合歡山鳶峰所拍之C/2006 M4彗星



圖13. 搭配IDAS LPS2 filter所攝之M42、M43、IC 434，2007/2/14 00:08:30 Hutech Modified Canon EOS 20D，曝光 302Sec，ISO 1600，自訂白平衡EF 200mm f/2.8 USM LII->f/2.8+IDAS LPS 2 72mm filter，陳立群攝於塔塔加。

## 專題：光污染防治

第四屆 臺灣業餘天文研討會全紀錄  
The 4th Taiwan Amature Astronomy Workshop



圖14

(左上)低鈉燈之夜間照明狀態,在距離路燈35公尺處拍攝,,  
Canon EOS 350D  
ISO 400,  
18-200mm變焦鏡@18mm f/3.5,  
2007/9/19 22:37,曝光時間2秒,  
Steve Lee攝於澳洲新南威爾斯省Coonabarabran鎮上



(左中)水銀路燈之夜間照明狀態在距離路燈35公尺處拍攝  
Canon EOS 350D,  
ISO 400,  
18-200mm變焦鏡@18mm f/3.5,  
2007/9/19 22:47, 曝光時間2秒,  
Steve Lee攝於澳洲新南威爾斯省Coonabarabran鎮上



(左下)店家前面一盞很大的水銀燈,在距離路燈70公尺處  
(前述兩張照片拍攝距離兩倍遠)拍攝,  
Canon EOS 350D,  
ISO 400,  
18-200mm變焦鏡@18mm f/3.5,  
2007/9/19 22:42, 曝光時間2秒,  
Steve Lee攝於澳洲新南威爾斯省Coonabarabran鎮上

上述三張照片的燈具都有完整之燈罩覆蓋於上面。  
Coonabarabran鎮距離英澳天文臺約30Km, 相較之下,清境地  
帶離合歡山鴛峰僅約17Km



臺北市和平東路二段中央分隔島的高壓鈉燈路燈(圖中央處)

Hutech modified Canon EOS 20D

2007/9/24 22:40:01

曝光 1Sec. ISO Speed 400

Canon EF 28-105mm 3/3.5-4.5 USM @ f/3.5, 28 mm

攝影條件比Steve Lee在澳洲所拍攝低壓鈉燈曝光時間少一半,鏡頭焦距稍長些,距離路燈約37公尺,其他車燈或路燈有干擾.另外,兩邊人行道上也有多盞較低之高壓鈉燈路燈.



低壓鈉燈外觀(1)  
2007/9/8 15:08  
燈具上方有燈罩  
不透光



低壓鈉燈外觀(2)  
2007/9/8 15:08  
但燈泡玻璃似乎破裂

Steve Lee 拍攝於  
澳洲新南威爾斯省  
Coonabarabran



筆者曾透過聯合新聞網之讀者留言互動功能告知記者林宜靜小姐臺北市立天文科學館曾舉辦首次專門討論節能與光害防制之2007業餘天文研討會，並告知相關簡報下載處，林小姐後續在8月英仙座流星雨前夕報導了「都市光害強，看不到流星雨」與「15萬盞路燈，將換成LED燈」，提及臺北市工務局公園路燈管理處陳處長嘉欽表示臺北市主要道路採用黃光的高壓鈉燈，巷道採用白光水銀燈，也在評估未來汰換為LED路燈之可能性，與試辦太陽能燈具。公園路燈管理處吳科長文慶表示LED燈具雖然壽命長，但因為尚無國家標準，且還有散熱問題未解決，目前先在懷寧街試設，明年經濟部能源局將有試辦計畫。

1998年諾貝爾化學獎得主孔恩（Walter Kohn）來臺出席第1屆亞洲科學營並於2007年8月7日對年輕學子進行演講，更吐槽指入住的圓山飯店使用百年前的老式燈泡耗費能源。

7-ELEVEN連鎖超商自96年7月12日起，每天凌晨一點至天亮，關閉橫式招牌與騎樓的燈光，預計每個月可以省77萬度電力，並減少408.1公噸的二氧化碳排放，相當於1天減少27,206輛小客車的污染，算是30年來的頭一遭。在行政院張院長俊雄宣示為節省能源，建議儘量少穿西裝、不打領帶，後來並展示新設計的服裝之餘，交通部與國家通訊傳播委員會位於臺北市仁愛路與杭州南路之新啓用的大樓四周卻豎立了二、三十盞耗能的投射燈，不啻諷刺。

澳洲東部的Coonabarabran有照明政策嘗試降低對於賽丁泉天文臺(Siding Spring observatory)的影響，在拜訪Coonabarabran時，看到Coonabarabran鎮上一些低壓鈉燈，確實是對天文最友善的路燈。但根據Steve Lee先生告知當地仍然有許多白熾燈、水銀燈與高壓鈉燈，當舊的裝置破損時才會更換，而這是一個緩慢的過程。請Steve Lee所拍攝Coonabarabra的低壓鈉燈路燈、水銀燈路燈與筆者所拍攝台北市之高壓鈉燈路燈比較詳如圖14。夏威夷的大島，在Mauna Kea有多座世界級的天文臺，王為豪的著作-「星野攝影」提及因此立法禁止一切汞燈與高壓鈉燈在戶外之使用，其光害只有來自低壓鈉燈的微弱譜線。

光害濾鏡之抑制光污染終究屬於事後補救，也僅適用於中低度光污染之區域，光害防制應該與省電節能環保、螢火蟲復育結合比較容易被接受，同時建議優先針對國家公園或尚未受嚴重光污染的地帶朝立法與教育雙管齊下來努力，在臺北市立天文科學教育館周邊以及郊區、山上已經裝置路燈處可優先改用低壓鈉燈測試與宣導。也建議從中央到地方的政府官員，除了脫掉西裝、不打領帶、調高空調的溫度外，應該還要設法換掉浪費能源的路燈、投射燈，改善製造光害的都市照明。網友也可以藉由首長民意信箱，表達您的意見。

#### 參考資料

- 1.王為豪，星野攝影，星星工廠出版
- 2.Robert Reeves, Wide-Field Astrophotography, Willmann-Bell, Inc
- 3.Robert Reeves, Introduction to Digital Astrophotography, Willmann-Bell, Inc
- 4.<http://www.robertreeves.com/kirkley2.htm>
- 5.中央氣象局圖書館，氣象名詞查詢表[http://photino.cwb.gov.tw/rdcweb/lib/h/h\\_000030.htm](http://photino.cwb.gov.tw/rdcweb/lib/h/h_000030.htm)
- 6.星星工廠網站:<http://www.starworks.idv.tw>
- 7.親子觀星會網站:<http://familystar.org.tw/>
- 8.Hutech網站:<http://www.sciencecenter.net/hutech>
- 9.與林松南先生討論之e-mail
- 10.陳佳瓏，視覺於照明之應用，臺灣科技大學電子工程研究所碩士論文，95年7月6日
- 11.林宜靜，2007年8月12日聯合報，都市光害強，看不到流星雨。
- 12.林宜靜，2007年8月12日聯合報，15萬盞路燈，將換成LED
- 13.2007年8月12日，蘋果日報:省電篇 螢光燈較省電，白熾燈最耗電，跟漲價拼了!
- 14.2007年8月12日，蘋果日報:省電篇 換省電燈泡，每月省2000元
- 15.楊桂華，2007年8月7日蘋果日報:圓山燈泡耗電諾獎得主吐槽
- 16.江烈偉，2007年7月11日東森新聞報:7-11凌晨起將關燈！為全球暖化 30年來頭一遭
- 17.2007第4屆業餘天文研討會(光害防制)簡報下載: <http://home.dcilab.hinet.net/lcchen/activity/2007/2007-1.html>

陳立群：臺北市天文協會會員

# 星空環保及偏遠鄉鎮觀星活動推廣

主講/ 吳雪瑞

## 光害防治的規劃

**光**對環境的污染（光害）不像其他污染現象，會對大家生活造成明顯具體的困擾，如空氣、噪音、河川…等污染，可是光害一旦形成，因其成因複雜牽扯廣大民衆生活便利與經濟活動，想透過管理恢復至未污染狀態幾乎不可能；不像其他污染，只要找出源頭即可改善或解決，所以光害防治必須在光害形成之前來處理，事後防治恐怕事倍功半，特別是尚未任何法案約束的臺灣。

目前最可行的方式是利用光害調查，先標示出臺灣低光害且適宜觀星的點，建檔並及早讓當地民衆發覺自己家園星空環保重要性。

## 光害防治首重觀念的建立

要談光害防治需先從如何建立民衆光害防治觀念著手，一般民衆的夜間生活，由於已習慣明亮環境中活動，要覺知光害的存在比較困難，例如長期居住在市區內的居民習慣夜間只能看到幾顆較亮的星星，對於偏遠地區繁星點點的星空實在無法想像。如果能經常在山地部落或國小辦理觀星活動，讓民衆實際參與就能快速有效建立民衆的光害防治的觀念。

## 民間天文社團

### 推廣光害防治的角色

有鑑於低光害之偏遠山區，雖適宜觀星卻沒有任何觀測資源，相反地都市環境無法觀星卻擁有充裕的觀測資源，要改善這矛盾的現象，採用移動式天文觀測是最理想的作法，各地民間天文社團設備輕巧、攜行方便是就近支援自己鄉鎮的移動天文觀測最佳選擇，並可在實際觀測活動中宣導『光害防治』的觀念。



## 辦理偏遠地區觀測活動的好處

1. 平衡城鄉觀測資源
2. 補足大型天文臺或觀測所機動性不足
3. 可結合社團團員親子活動及民衆觀測樂趣
4. 觀測同時能實務建立民衆光害防治的觀念
5. 配合各地方學校鄉土教學推行
6. 讓偏遠地區民衆珍惜自己家園的星空
7. 可能成為偏遠地區夜間觀光產業的一環

## 民間天文社團舉辦偏遠鄉鎮辦理觀測活動的難處

1. 不諳文書作業聯繫困難
2. 社團公信力不足接洽不易
3. 團員家庭夜宿問題需克服
4. 社團人力、器材支援調配掌握不易
5. 支援時間受限例假日

## 實際案例研討 〈一〉

成立近四年的親子觀星會是一個以帶領小朋友與民衆觀星為宗旨的天文志工性組織，每個月除了在陽明山小油坑及市內公園固定辦理觀測活動外，還協助臺北市立天文科學教育館中秋節賞月活動，今年更嚐試與內湖社大合辦雙月份室內天文研習課程，並接受各學校或偏遠山地鄉鎮申請觀測活動支援，去年辦理了南投信義鄉羅那部



落觀星之夜、今年三月份我們協助內湖明湖國小數百位小朋友觀測，五月份響應國際路邊天文活動（發現城市星光），六月份我們將支援南投力行國小翠巒分校的翠巒星空之美…。

這些活動除了帶來小朋友們接觸天文觀測機會，也增進了團員們分工默契和情誼，希望今年可以推動北部山區原住民的巡迴觀星，讓這些擁有美麗星空的居民有機會認識自己家鄉的星星，從而珍視這寶貴的星空資源，如果能因此結合地方觀光產業特色，豐富夜間觀光活動內容也是大家樂於見到的發展。

光害防治靠觀念，觀念的認知需透過珍習星空之美，去當地辦理觀星活動是最直接有效的做法，民間天文社團如能與相關單位攜手合作，這才是落實光害防治的最佳途徑。

藉著舉辦觀測活動，培養小朋友與民衆天文嗜好，進而推廣國內天文觀測風氣，期能達到更多人關心天文科學與星空環保議題，這也是民間天文組織親子觀星會成立宗旨。

吳雪瑞：親子觀星會成員

## 他山之石—美星町光害防制措施

主講/ 葛必揚

### 一、緣起

**因**為天氣好、光害少，日本美星町在20年前就是天文迷聚集觀星的地點。到了1982年，美星町更被稱為「星星的故鄉」。接著1984年，日本海上保安廳第六海上保安隊的海上觀測站也由倉敷遷往美星町，這讓天文迷對美星町的觀星條件更有信心。

1987年日本政府為了振興地方產業，撥款補助美星町興建天文臺，並於1993年完成創建。進入1988年夏季，天文迷在三天的觀星活動，並進一步提出訂定「光害防止條例」的構想。由廣島天文臺臺長擬訂草稿，國際天文臺、專家學者及當地居民共同討論條例草案。經過多方討論與當地政府官員的奔走努力，終於在1989年11月完成制定「保護美麗星空美星町光害防止條例」。2005年當地行政區調整，美星町與鄰近二個區合併稱為「井原市」。但因其他二町比照辦理的困難度較高，故原條例改為「井原市美星町光害防止條例」，實施範圍仍僅限於美星町地區。以下就該防治辦法的條文內容，陳列供大家參考：

### 二、光害防止條例主要內容

（目的）

第1條 本條例之訂定為防止光害及適當之照明、將社區、社區之居民及企業等應遵守之事項明確化、為達到居民居住上夜間所需之照明及保護美麗天空為目的所定之光害防止法。

（用語的定義）

第2條 於本條例中所使用之相關用語，於下列各款說明之。

- 光害/ 係指因空氣中之分子或塵埃使人工之照明散亂，反射等原因產生散亂光線，在自然狀態之下夜空之底色變得過亮，變得看不清楚星星之狀態，稱之為光害。

- 室內照明/ 指騎樓及被牆壁所包圍建築物之內部照明。

- 室外照明/ 指室內照明以外之所有照明皆屬之。係指以照明為目的者皆屬之。包含以廣告或裝飾等為目的之發光器具皆屬之。

- 居民等/ 居民、遊客及短期居住者皆屬之。

（光害防止之目標）

第3條 依據國際天文學組織之建議並限制人工



落觀星之夜、今年三月份我們協助內湖明湖國小數百位小朋友觀測，五月份響應國際路邊天文活動（發現城市星光），六月份我們將支援南投力行國小翠巒分校的翠巒星空之美…。

這些活動除了帶來小朋友們接觸天文觀測機會，也增進了團員們分工默契和情誼，希望今年可以推動北部山區原住民的巡迴觀星，讓這些擁有美麗星空的居民有機會認識自己家鄉的星星，從而珍視這寶貴的星空資源，如果能因此結合地方觀光產業特色，豐富夜間觀光活動內容也是大家樂於見到的發展。

光害防治靠觀念，觀念的認知需透過珍習星空之美，去當地辦理觀星活動是最直接有效的做法，民間天文社團如能與相關單位攜手合作，這才是落實光害防治的最佳途徑。

藉著舉辦觀測活動，培養小朋友與民衆天文嗜好，進而推廣國內天文觀測風氣，期能達到更多人關心天文科學與星空環保議題，這也是民間天文組織親子觀星會成立宗旨。

吳雪瑞：親子觀星會成員

## 他山之石—美星町光害防制措施

主講/ 葛必揚

### 一、緣起

**因**為天氣好、光害少，日本美星町在20年前就是天文迷聚集觀星的地點。到了1982年，美星町更被稱為「星星的故鄉」。接著1984年，日本海上保安廳第六海上保安隊的海上觀測站也由倉敷遷往美星町，這讓天文迷對美星町的觀星條件更有信心。

1987年日本政府為了振興地方產業，撥款補助美星町興建天文臺，並於1993年完成創建。進入1988年夏季，天文迷在三天的觀星活動，並進一步提出訂定「光害防止條例」的構想。由廣島天文臺臺長擬訂草稿，國際天文臺、專家學者及當地居民共同討論條例草案。經過多方討論與當地政府官員的奔走努力，終於在1989年11月完成制定「保護美麗星空美星町光害防止條例」。2005年當地行政區調整，美星町與鄰近二個區合併稱為「井原市」。但因其他二町比照辦理的困難度較高，故原條例改為「井原市美星町光害防止條例」，實施範圍仍僅限於美星町地區。以下就該防治辦法的條文內容，陳列供大家參考：

### 二、光害防止條例主要內容

（目的）

第1條 本條例之訂定為防止光害及適當之照明、將社區、社區之居民及企業等應遵守之事項明確化、為達到居民居住上夜間所需之照明及保護美麗天空為目的所定之光害防止法。

（用語的定義）

第2條 於本條例中所使用之相關用語，於下列各款說明之。

- 光害/ 係指因空氣中之分子或塵埃使人工之照明散亂，反射等原因產生散亂光線，在自然狀態之下夜空之底色變得過亮，變得看不清楚星星之狀態，稱之為光害。

- 室內照明/ 指騎樓及被牆壁所包圍建築物之內部照明。

- 室外照明/ 指室內照明以外之所有照明皆屬之。係指以照明為目的者皆屬之。包含以廣告或裝飾等為目的之發光器具皆屬之。

- 居民等/ 居民、遊客及短期居住者皆屬之。

（光害防止之目標）

第3條 依據國際天文學組織之建議並限制人工

光學所造成增加天空之亮度，以不超過天空自然狀態下光度之百分之十為目標。

(社區的基本責任及義務)

第4條 1. 社區所訂定之所有施行方針、應對光害防止法盡最大之努力。

2. 社區應對提高居民意識而努力，並於教育活動，公告資訊活動等宣導並普及對光害防止之常識。

3. 社區，對於社區之服務職員應盡其指導並遵守本條例，且針對光害防止所需之技術指導，設施之整備等提供必要性之援助。

(居民等之責任及義務)

第5條 居民等、應遵守光害防止法外，對社區所實行有關光害防止相關措施應盡力協助配合。

(企業之責任及義務)

第6條 企業、為防止光害除配合相關必要措施外，對社區所實施之光害防止措施應盡力協助配合。

(光害防止審議會)

第7條 1. 依據本條例審議其所屬權限之事項以外，為配合社區長之諮詢及對於光害防止之重要事項所進行審議調查，設置本社區光害防止審議會(以下簡稱審議會)。

2. 審議會對於光害防止之相關事項，社區長得提出相關意見。

3. 審議會之組織及營運所相關之必要事項，辦法另案制定之。

(對關係行政機關提出協助之申請)

第8條 社區長於光害防止所需之必要措施或協助得對國家，縣市及相關地方公共團體提出申請。

(指定光害防止之示範地區)

第9條 1. 社區長為使能製造出一個天文觀測之良好環境，以主要的天文觀測設施為中心，認定有必要特別做好光害防止之地區，得指定為光害防止之示範地區(以下簡稱示範地區)。

2. 社區長依第一項規定在指定示範地區時，應事前聽取審議會及示範地區區內居民之意見。

3. 社區長在指定示範地區時，對其公告不得遲延之。

4. 有關指定示範地區之解除及變更等，準用前二項規定。

5. 於示範地區得依本條例之重點及車輛進出限制等做相關有效果性之對策實施。

(照明器具等之限制及配光基準)

第10條 1. 原則上，所謂室外之照明之裝設須特別顧慮，其以光源為中心及其斗緣相交接為水平線，或在其水平線下裝置，設計有光源不外洩，超過水平線之照明器具。

2. 室外的投射燈(探照燈、舞臺用照明燈、雷射等)之使用如非持續時，或明顯可判斷其光源為水平線以下者以外，原則上禁止使用。

3. 建築物，看板等之照明時，禁止由下往上投射燈光。裝設建築物，看板等之照明時須特別顧慮，光源裝設於上端，且使用設計有光源不外洩，超過水平線之照明器具。

4. 除為美觀上或其他理由等必要性之需要除外，室外照明之使用依天文觀測規定之光源時，得獎勵之。

5. 室外照明依其使用之用途，應考量並配合以適當之最低限度使用光線。

6. 於企業等之室內照明，需大量使用光源時，應考量利用窗簾，百葉葉片，雙層隔窗等遮蔽物，盡可能勿將光線外漏至屋外。

7. 除第一項至第三項所規定內容外，照明器具之配光基準及照明設備配置等具體範例另行規定之。

(除外條款)

第11條 1. 被公眾所認定有其必要性時，社區長得免除依第十條之規定辦理。

2. 符合上項規定者，得依規定之書類文件提出免除之申請。

3. 依上項規定，提出適用免之理由或公認有其必要性及光害防止之必要性時，社區長在慎重審查後，得承認其申請或有明確提示其理由後否決其申請案。

(有關國家等特別條例)

第12條 國家或地方公共團體在裝設或使用照明器具時，不須依前條第二項規定提出申請。於上述狀況發生之際，該國家或地方公共團體在裝設或使用照明器具時，應事前與社區長協議之。

(天文觀測等之協助)



第13條 1. 社區長於下列各款情事時，應對居住者，企業等明示其活動期間並得要求於該段期間內，因天文觀測之關係提出協助有關照明之約束及相關注意事項。

(1)於學術觀點上判斷並認定有天文觀測之重要性。

(2)其他有關社區長認定有必要限制天文觀測時天空之明亮度。

2. 上項被認定有其必要性時，得依規定提出書面之申請。

(對於被限制照明時間之獎勵)

第14條 自晚間十時以後至隔日清晨日出為止之期間，配合熄燈者得給予獎勵。

(光害防止政策所需費用之補助)

第15條 社區、為配置新設，改造或更換適合室外照明之器具時，得依規定之補助辦法，於預算範圍內得補助一部份必要經費。

(光害之監督)

第16條 社區長為達成第三條所設目標之目的，應對夜空之明亮度測試，監督之並公開其相關資料。

(調查)

第17條 1. 社區長、為光害防止認定有其必要性時，得要求社區之職員調查之。

2. 因上項情事之社區職員，於必要限度之內得進出介入該場所。

3. 因上項規定而進行調查者應攜帶得證明其身份之證件、於關係人提出出示身份要求時應提示之。

(改善命令)

第18條 社區長於調查後、針對有不合配光基準之不得宜照明時，得命令其於一段時間內，應按規定要求必要性之改善措施。

(不服從命令時之對策)

第19條 社區長對上條所規定之命令不服從者，得將其姓名及事實之內容公開發表之。

(委任)

第20條 有關本條例所須之必要事項，依規定辦理之。

## 附則

(施行日期)

1. 本條例自公布日起實施。

(辦法制定過程之對應)

2. 本條例實施前，有關室外之照明於年月日止之期間不適用第十條之規定。

(相關條例之部份修正)

3. 有關特別職務且非常規之職員其報酬及費用賠償之相關條例一部份更正之(如下表示)。

配光基準，請協助以下防止光害之相關規定。

1. 關於室外照明的遮光

應使室外照明的燈光不外瀉於水平以上。在使用建築物或看板的照明時，將光源設置於其上方，並請使用水平以上不漏光的器具。

2. 關於室外照明的光源

鼓勵在室外照明上，使用對天體觀測妨礙最小的低壓鹼性燈。

光源大致可分成輝線型和連續光譜型兩種。所謂的輝線[又稱明線或亮線]，只放射出特定波長；而連續光譜的波射範圍則是既廣又長。低壓鹼性燈乃屬於輝線型，由濾波器將光波剪除；而白熾燈或水銀燈等屬於連續光譜型的光源，則無法切除光波。並且，低壓鹼性燈消耗較少的電力，可節省較多的資源。

3. 關於室外投光機的使用

探照燈、聚光燈、雷射燈等在室外使用時，禁止朝向水平上方使用。

4. 關於室內照明的遮光

呼籲大量使用燈光的業者，裝置窗簾或百葉窗，以防光的外洩。

參考資料：

- 內政部94年度日本社區營造考察報告；田基武等；
- <http://www.city.ibara.okayama.jp/old-bisei/hantai/jourei.htm>；
- <http://www.city.ibara.okayama.jp/old-bisei/hantai/jourei/kogaijou.htm>

葛必揚：現任職於臺北市立天文科學教育館