

空間光分佈與照明設計相關性

主講: 安振基

主辦: 台灣區照明燈具輸出業同業公會

協辦: 群耀科技股份有限公司



MK350S Advanced Spectrometer



群耀科技股份有限公司

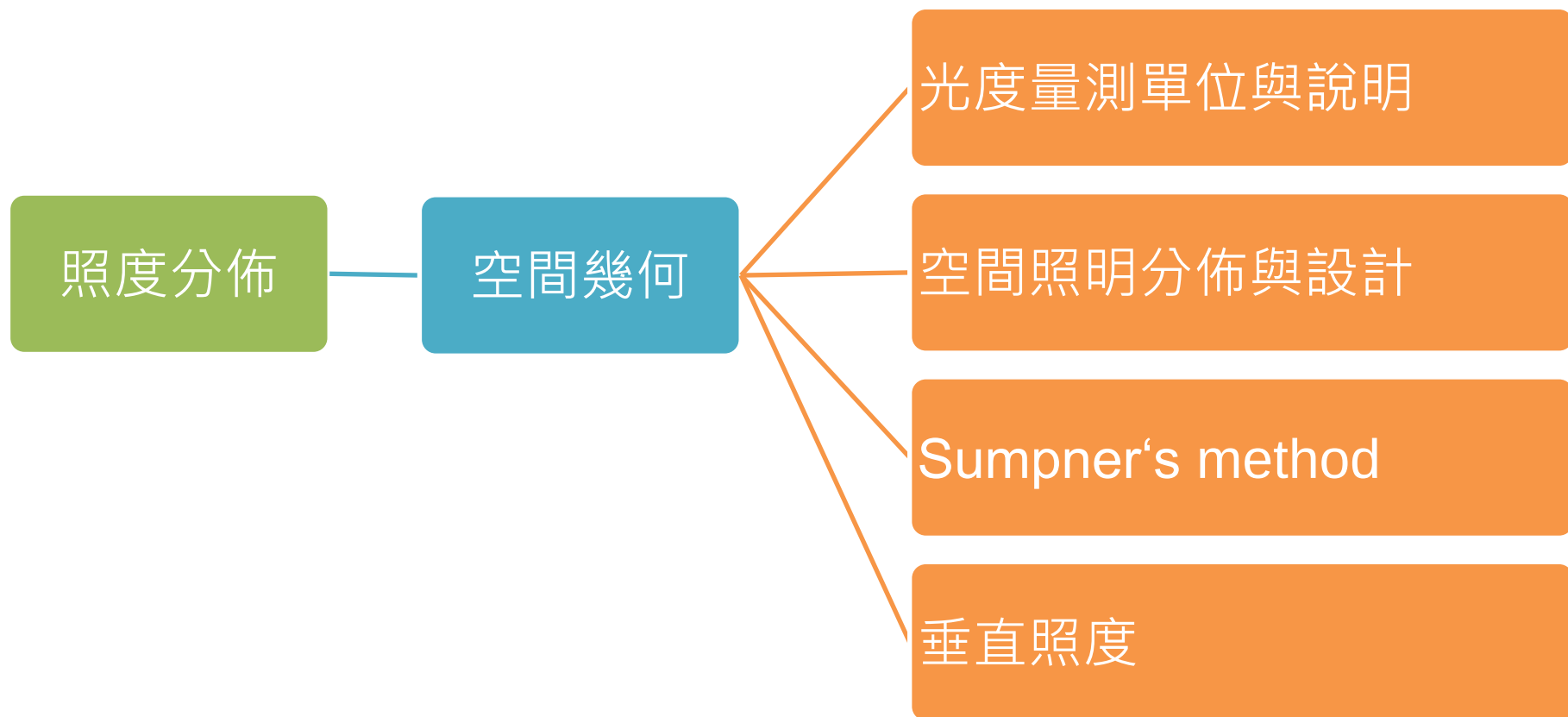
United Power Research Technology Corporation

 www.uprtek.com

 sales@uprtek.com

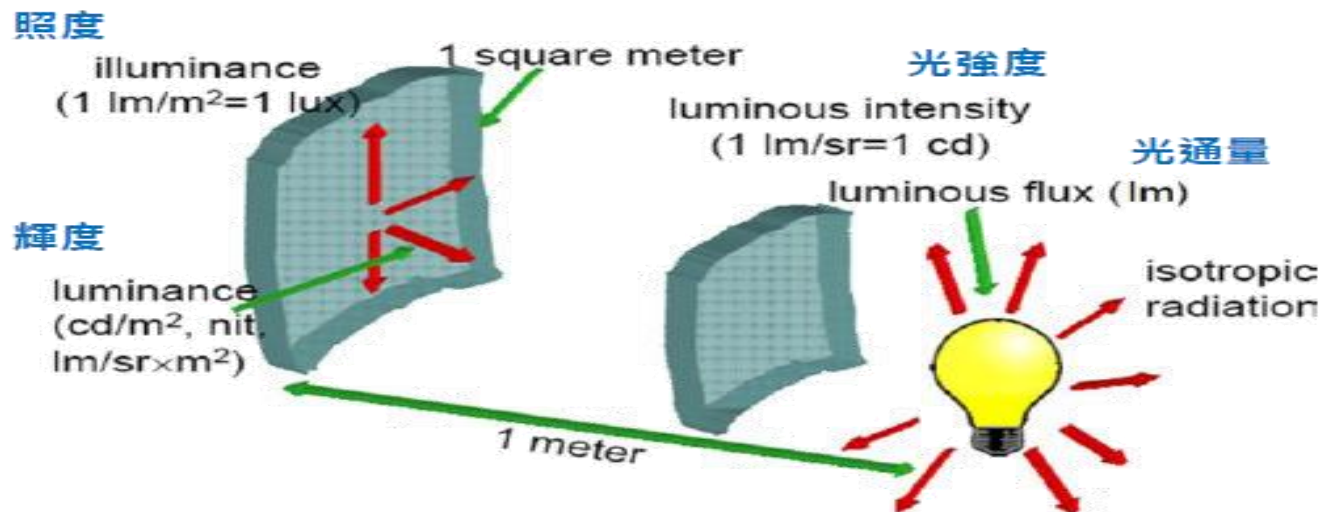
 +886-37-580885

照度分佈



光度量測單位與說明

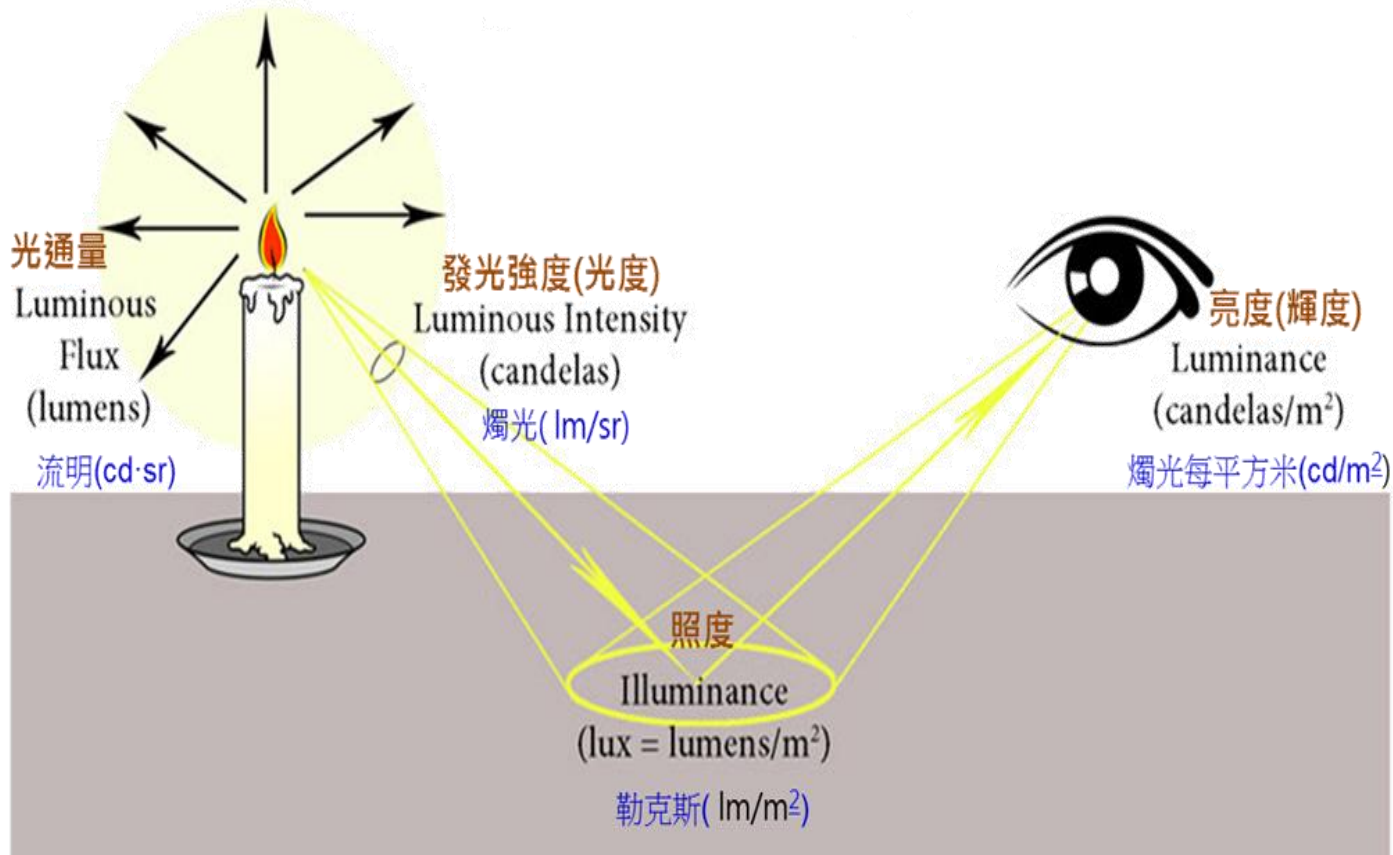
- 各光度單位依其不同幾何定義，各有不同的測試目的。



物理量	計算公式	單位符號	注釋
光通量 (Luminous flux)	$\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$	lm	單位時間內由光源（被照物）所發出(吸收)的光能。
發光強度 (光度) (Luminous intensity)	$\text{cd} = \text{lm} / \text{sr}$	cd	光源所發出的在給定方向上單位 立體角 內的光通量。
亮度 (輝度) (Luminance)	發光強度 / 面積	cd/m²	光源在給定方向上單位面積單位 立體角 內的光通量。其單位有時也稱作尼特 (nit) 。
照度 (Illuminance)	$\text{lx} = \text{lm} / \text{m}^2$	lx	每單位面積所吸收可見光的光通量，用於入射表面的光。

光度量測單位與說明

- 採用單位由觀察者雙眼與空間幾何條件做決定。



光度量測單位與說明

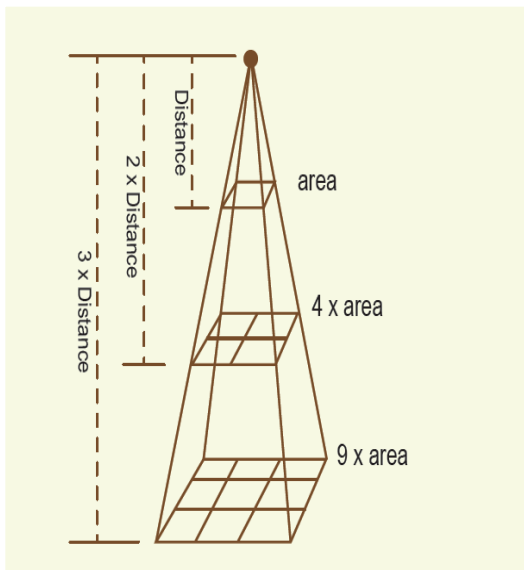
- 影響照度在空間變化的三大因素。

$$E = \frac{I}{d^2}$$

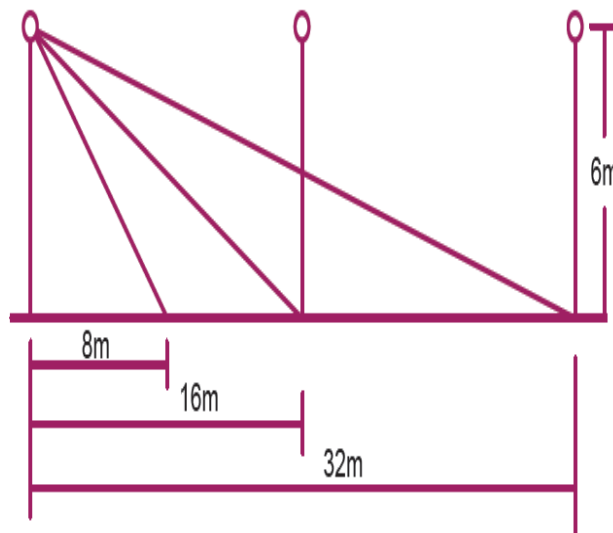
$$E_{\theta} = E \times \cos \theta$$

$$MRSI = \frac{F \rho}{A (1 - \rho)}$$

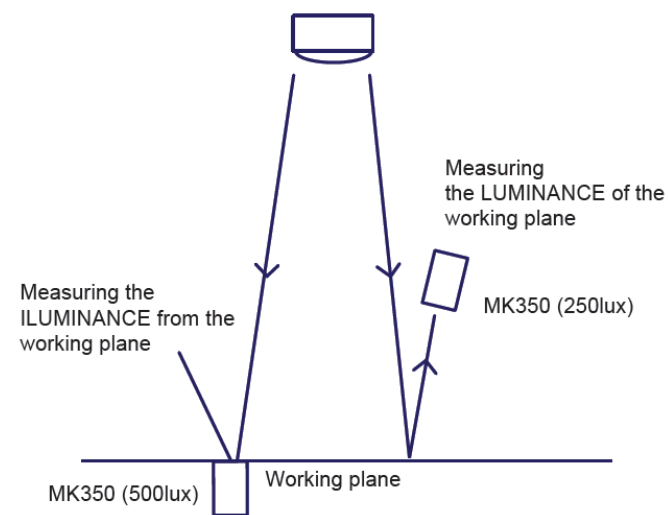
Inverse Square Law



Cosine Law

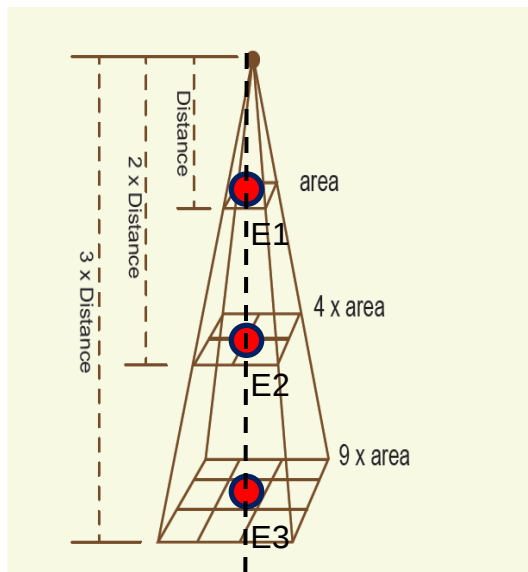


Mean Room Surface Illuminance



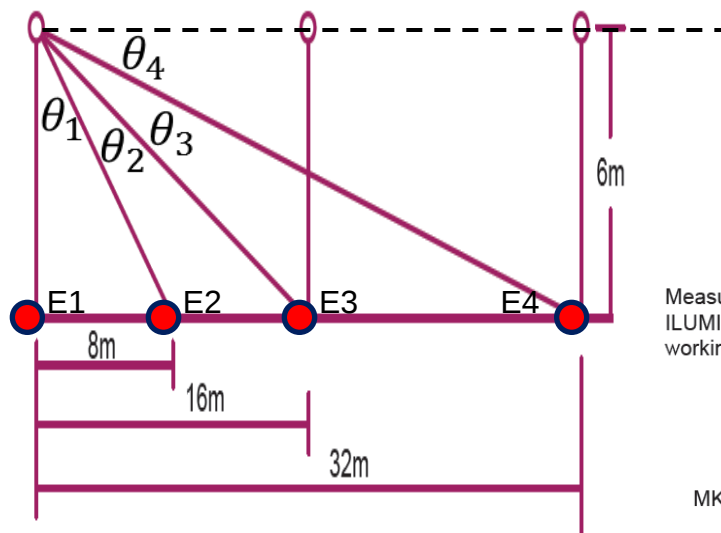
光度量測單位與說明

- 照度在各種光空間條件中的分佈。



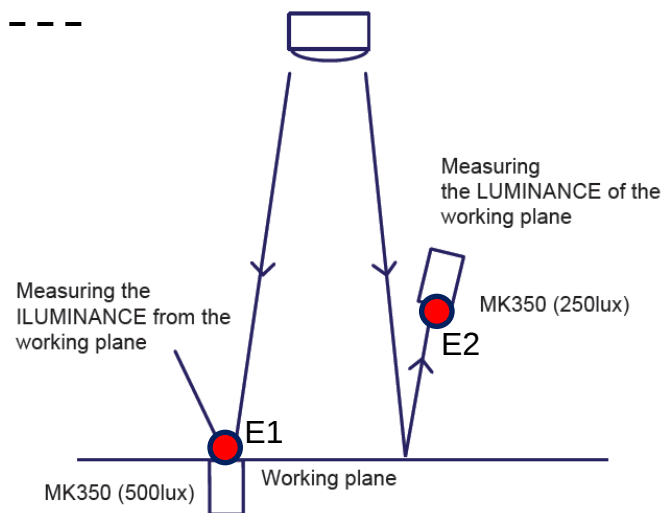
$$E1 \neq E2 \neq E3$$

$$E1 > E2 > E3$$



$$\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4 = 90^\circ$$

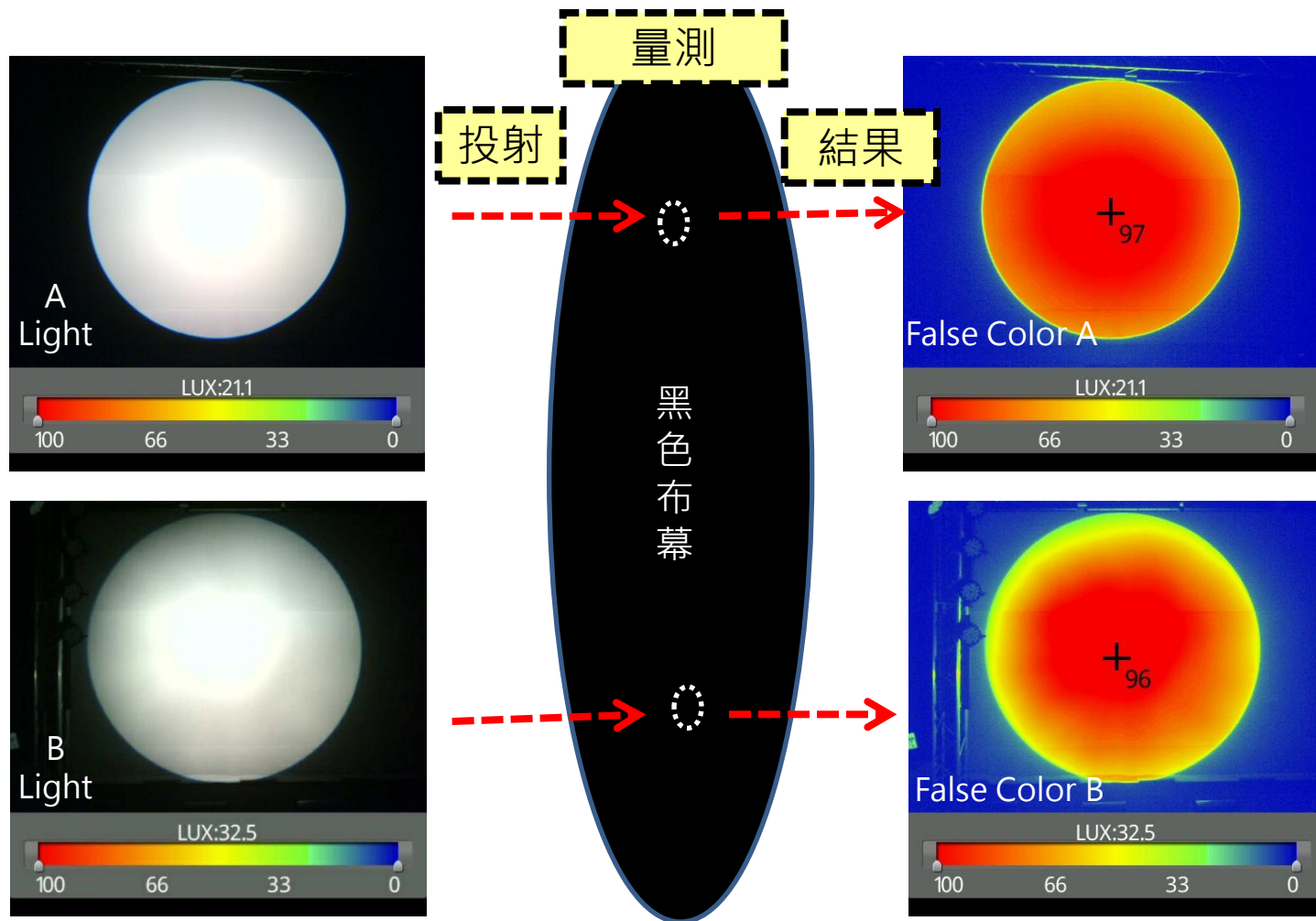
$$E1 \neq E2 \neq E3 \neq E4$$



$$E1 \neq E2$$

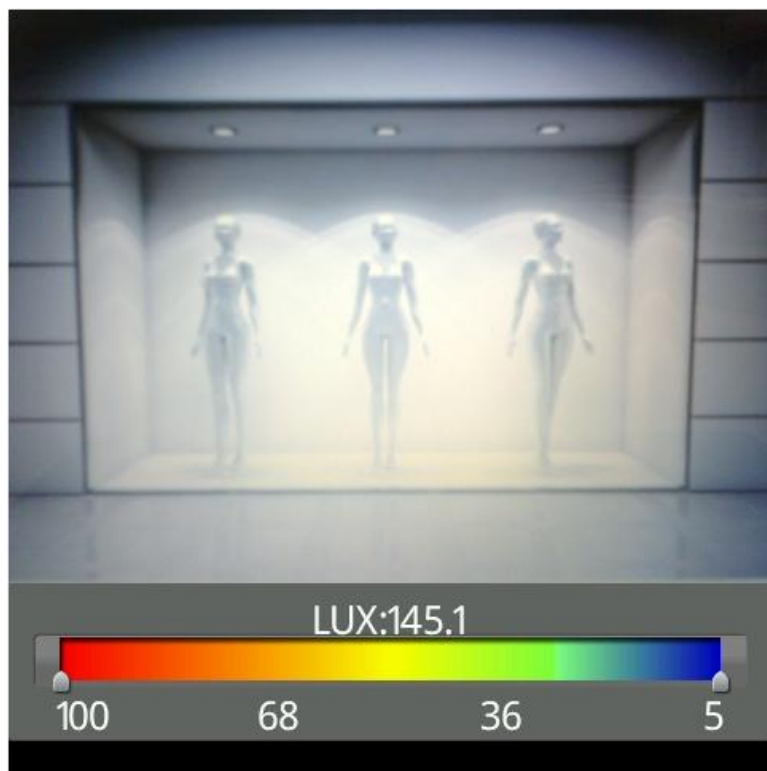
空間照明分佈與設計

- 舞台成像燈投影光分佈。

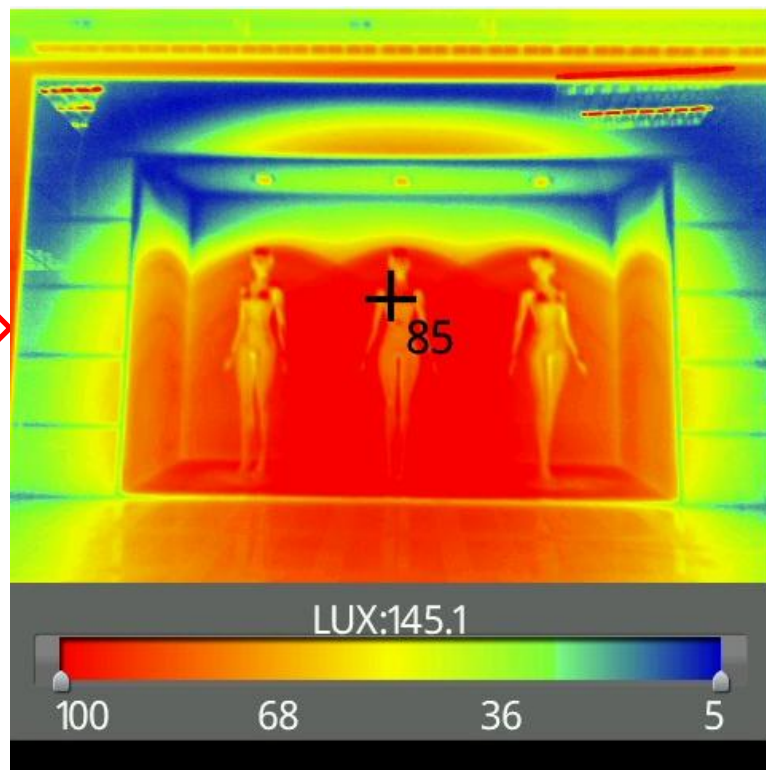


空間照明分佈與設計

- 商業展示空間照明分佈測試。



Lux Image



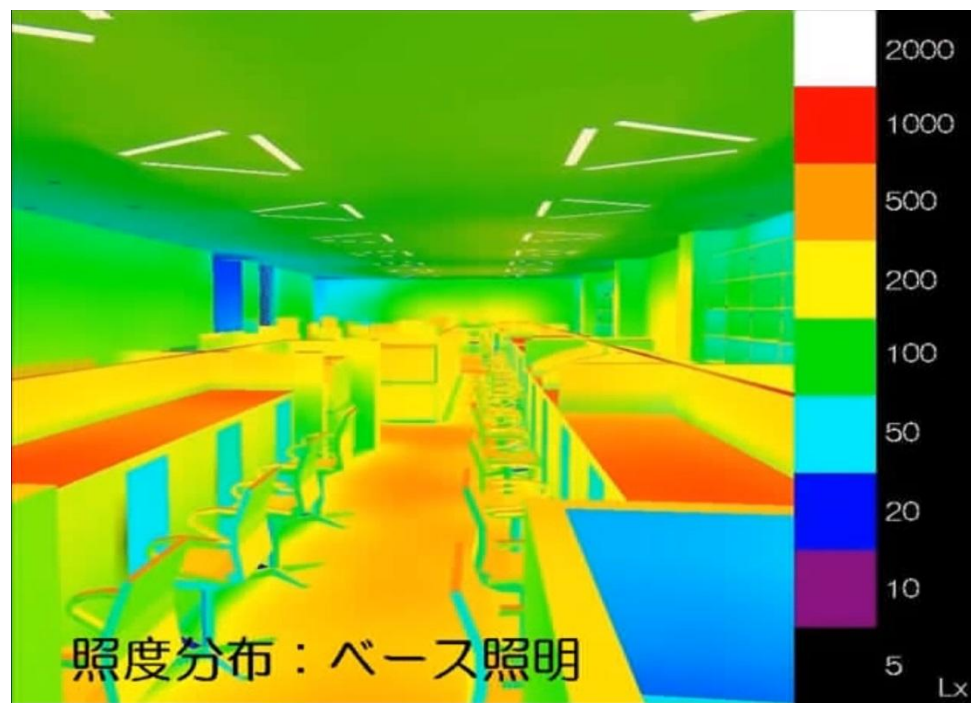
空間照明分佈與設計

- DIALux模擬轉換偽色圖確認照明分佈效果。



照明模擬設計圖

偽色圖轉換



照明模擬設計圖以偽色圖方式顯示其
照明效果更清楚

空間照明分佈與設計

- Lux Image v.s. DIALux

Lux Image



- ☐ 實景確認
- ☐ 效果即時分享
- ☐ 空間照明分佈(MRSI)
- ☐ 實際表面反射效果

DIALux

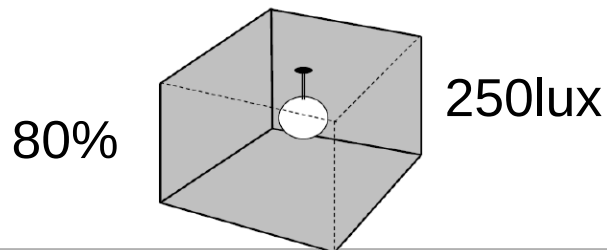
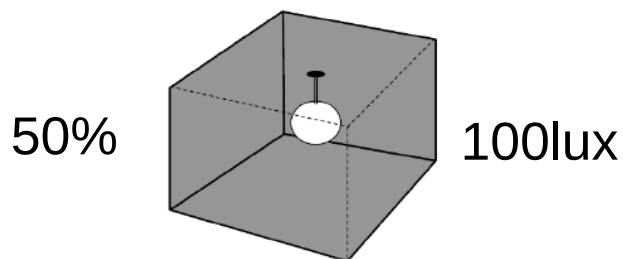
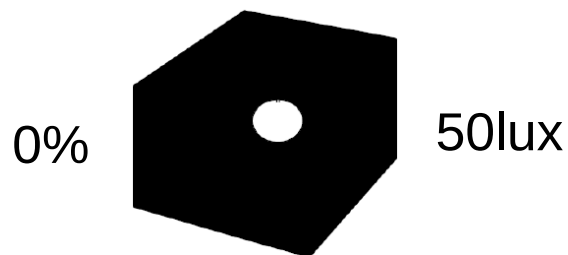


- ☐ 設計模擬
- ☐ 效果分享
- ☐ 空間照明分佈(MRSI)
- ☐ 虛擬表面反射效果

Sumpner's Method

- 空間照明分佈 (MRSI)

Reflect (%) MRSI

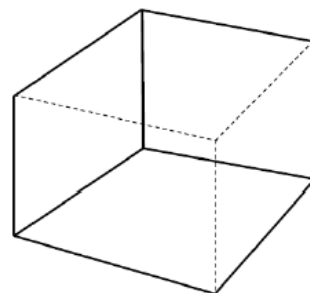


	Reflectivity	Illuminance
Flux : 5000lm Surface Area : 100m ²	0%	50lux
	50%	100lux
	80%	250lux
	100%	∞

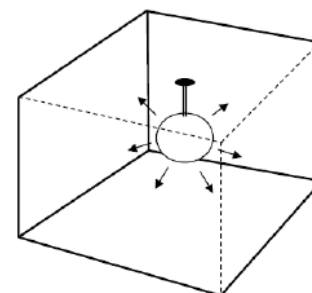
(總光流明量)

$$MRSI = \frac{F \rho}{A (1 - \rho)}$$

(總受光光面積X (1-表面反射率))



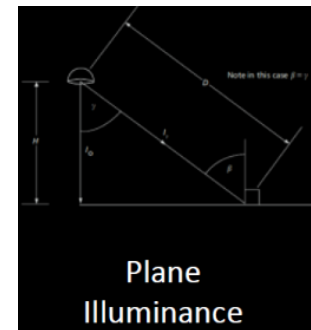
100m²



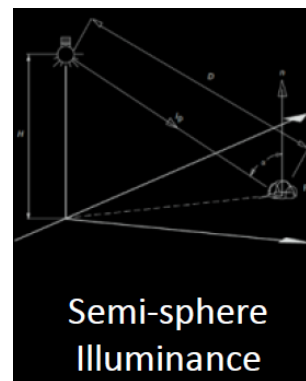
5000lm

Sumpner's Method

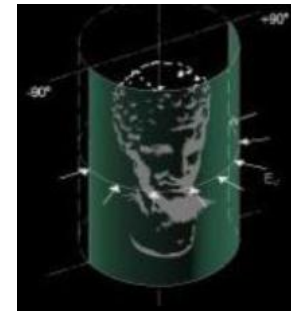
- 享受設計過程就是最大的快樂。



平面照明



半球形照明



桶型照明

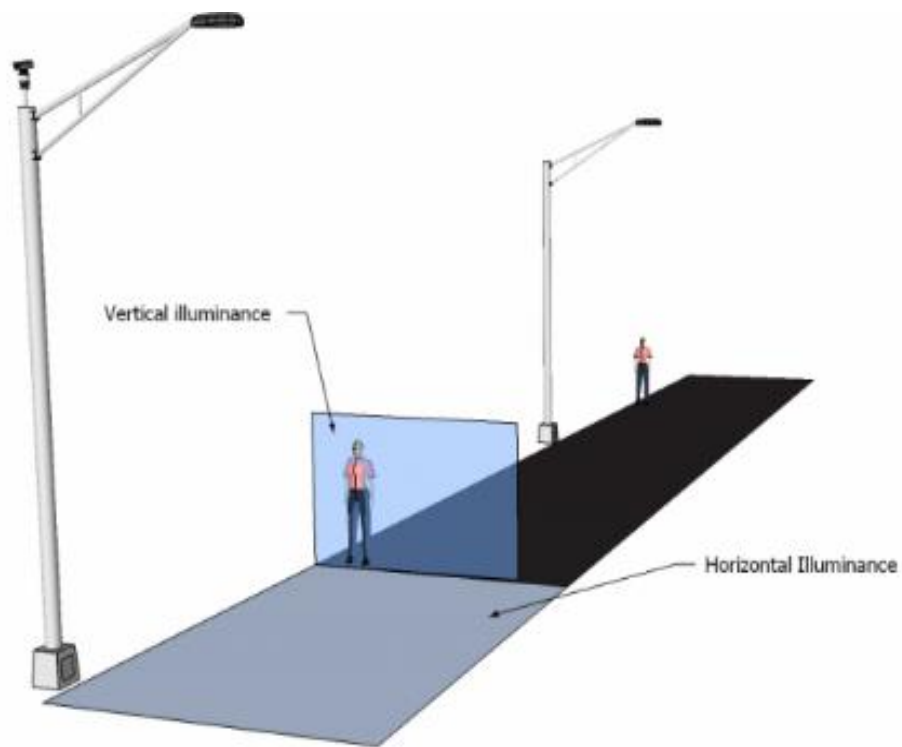
桶型照明



半桶型照明

垂直照度

- 垂直照度與水平照度的量測。



Meter
faces
source



水平照度
illuminance



Meter
doesn't
face
source

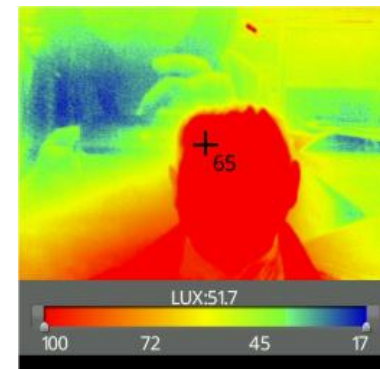
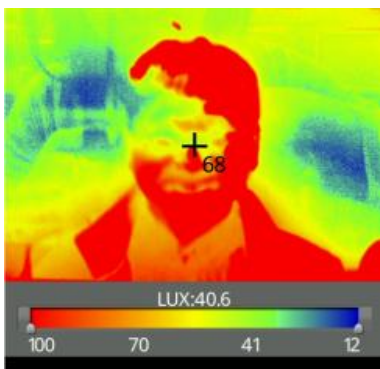
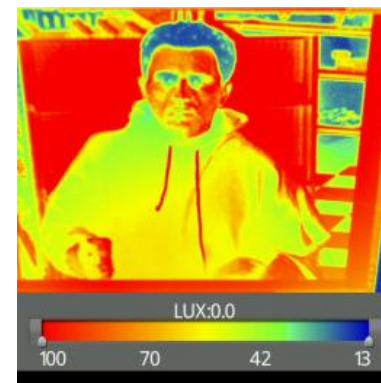
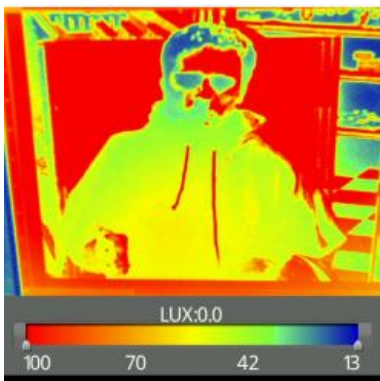


垂直照度



垂直照度

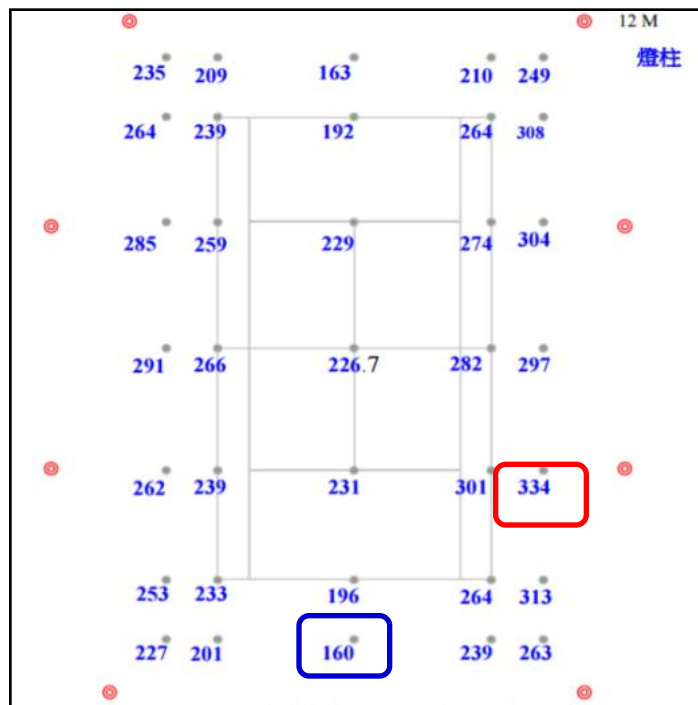
- 垂直照度與水平照度的效果。





垂直照度

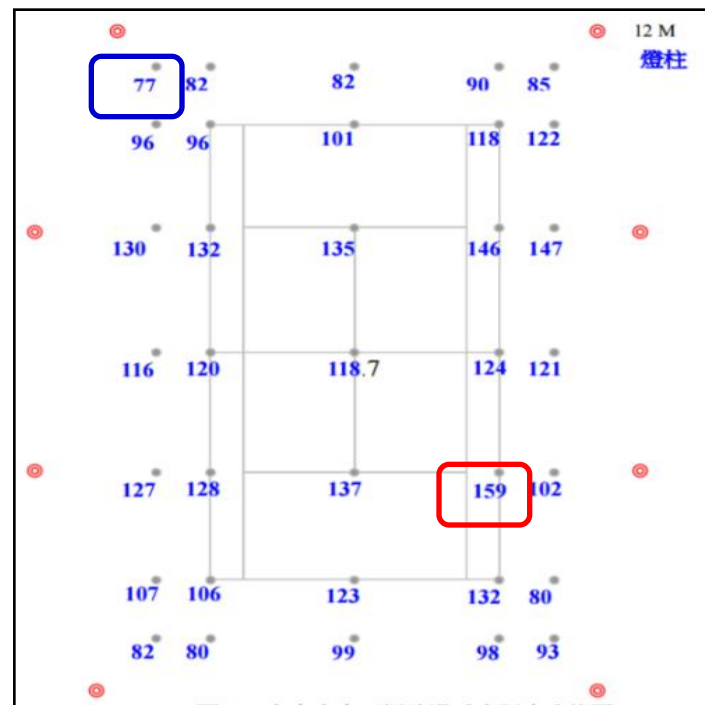
- 大型室內配光與垂直照度設計。



照度分佈

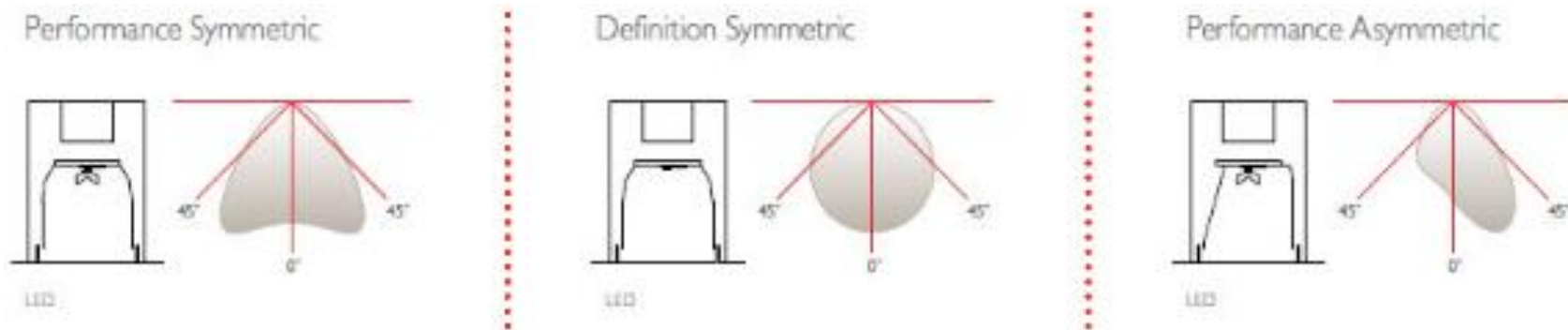
左圖: 網球場
最大照度: 334 lx
最小照度: 160 lx

右圖: 網球場
最大照度: 159 lx
最小照度: 77 lx

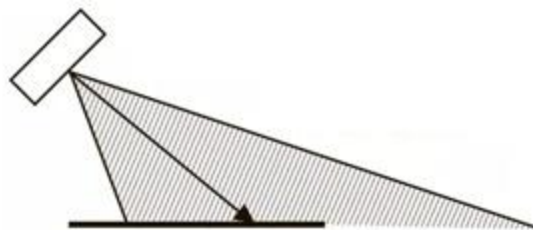
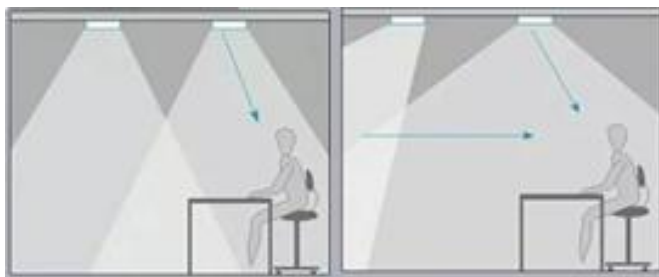


垂直照度

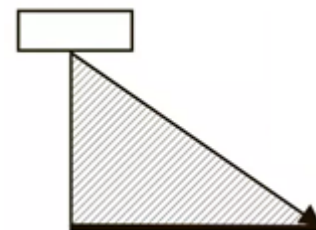
- 對稱與非對稱配光。



在一個空間中為了提供合適的照明體驗，在對稱配光和非對稱配光的燈具中做選擇，以達成非間接照射和垂直照射的空間設計。



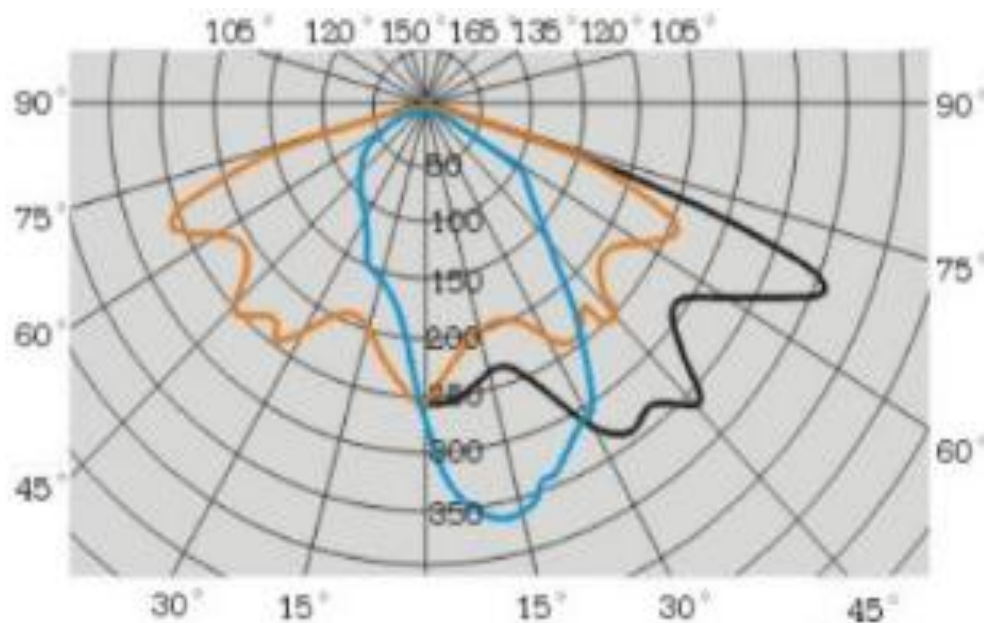
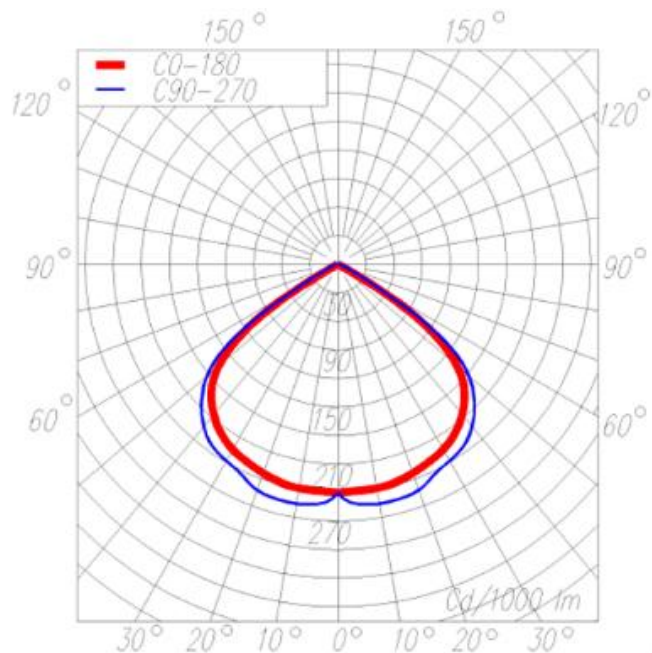
對稱配光



非對稱配光

垂直照度

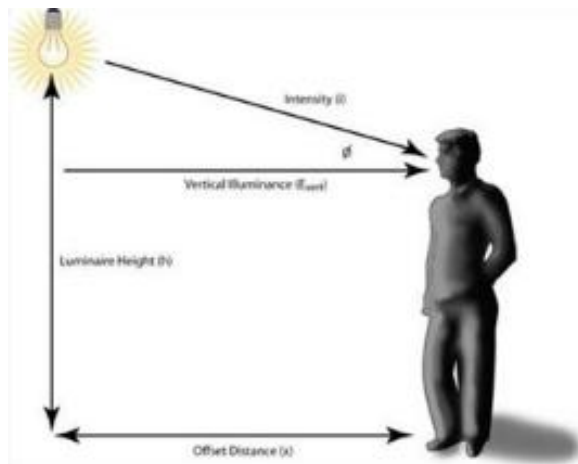
- 對稱與非對稱配光的照度分佈。



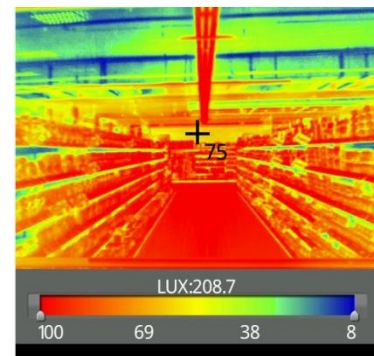
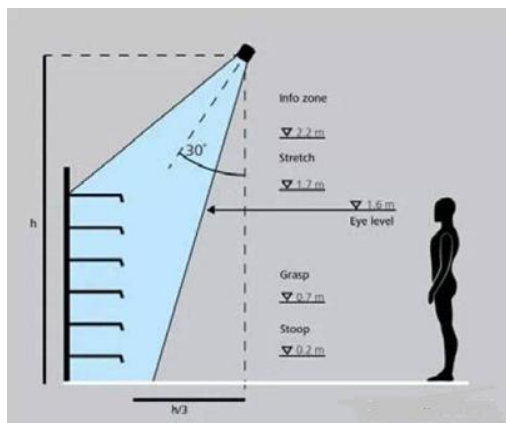
照度分佈可以協助設計師量測光源的均勻性和一致性。

垂直照度

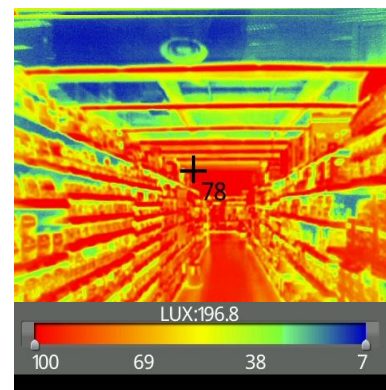
- 垂直照度和對稱配光應用。



商場照明
使用
垂直照度
和
對稱燈具
可以
有效的
減少能源
需要
!!



光線照射在走道和產品上呈現均勻性。



垂直照度

戶外照度分析案例-1

建物外觀

正/實/右/左/向立面

頂部 輝度 cd/m ²	測量	A	B	C	平均輝度 (cd/m ²)	1.48		
	1	0.5	1.17	1.63	最大輝度 (cd/m ²)	4.09		
	2	0.96	1.45	4.09				
	3	0.39	1.45	1.75				
立面 輝度 cd/m ²	測量	A	B	C	平均輝度 (cd/m ²)	4.3		
	1	1.28	11.2	13.3	最大輝度 (cd/m ²)	15.2		
	2	1.36	2.3	2.4				
	3	3.02	2.53	2.15				
基座 輝度 cd/m ²	測量	A	B	C	平均輝度 (cd/m ²)	9.11		
	1	1.7	4.3	3.1	最大輝度 (cd/m ²)	20		
	2	11.5	1.9	2.2				
	3	19	18.3	20				
項目	總平均輝度 (cd/m ²)		平均輝度與 背景輝度比值		背景輝度 (cd/m ²)			
					0°	30°	60°	90°
數值		4.99	4.8:1		0.4	0.23	0.31	0.10

Reference:
THE DESIGN GUIDELINE OF BUILDING
FACADE LIGHTING AT NIGHTTIME (2011/Dec.)

輝度計 + 相機 + 測距儀

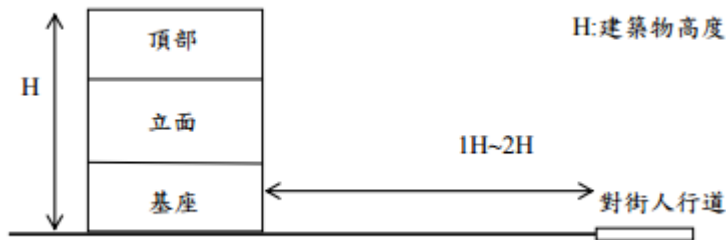


圖 3.3 建築物量測距離示意圖

逐部量測27筆資料後，採用量測數據製作
分析報告

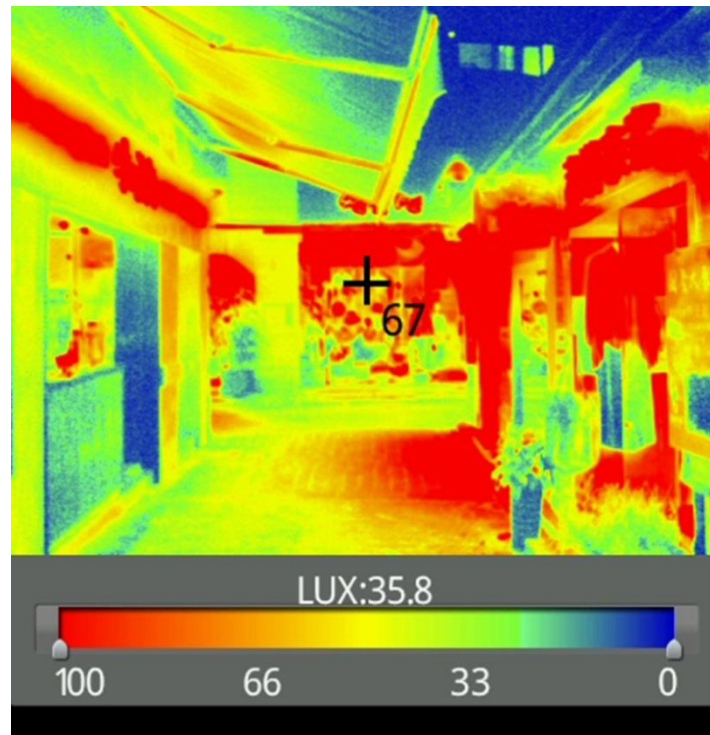
垂直照度

戶外照度分析案例-2

建物外觀								
								
室內/室內/室內								
頂部 照度 cd/m²	測量	A	B	C	平均照度 (cd/m²)	1.48		
	1	0.5	1.17	1.63	最大照度 (cd/m²)	4.09		
	2	0.96	1.45	4.09				
	3	0.39	1.45	1.75				
正面 照度 cd/m²	測量	A	B	C	平均照度 (cd/m²)	4.3		
	1	1.28	11.2	13.3	最大照度 (cd/m²)	15.2		
	2	1.36	2.3	2.4				
	3	3.02	2.53	2.15				
垂直 照度 cd/m²	測量	A	B	C	平均照度 (cd/m²)	9.11		
	1	1.7	4.3	3.1	最大照度 (cd/m²)	20		
	2	11.5	1.9	2.2				
	3	19	18.3	20				
項目	總平均照度 (cd/m²)	平均照度與 背景亮度之比			背景亮度 (cd/m²)			
數值	4.99	4.8:1			0°	30°	60°	90°
					0.4	0.23	0.31	0.10



多點量測數據筆資料後，採用量測數據
製作分析報告



即時量測相對照明分佈，效果直觀免分析

垂直照度

- 照度分佈與輝度計量測。

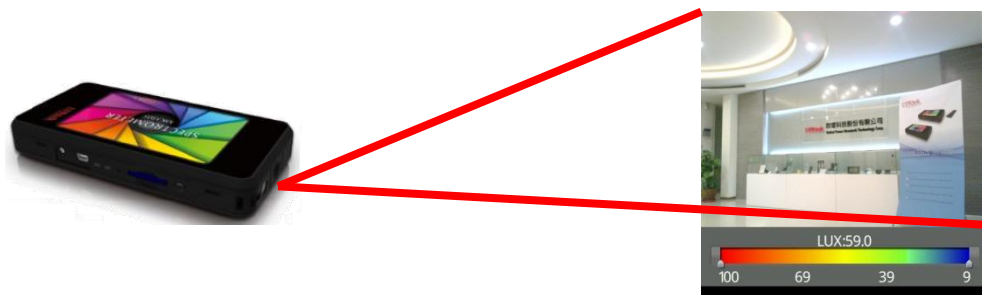
照度分佈



☐ 相對光照度分佈

☐ 參考影像(即看即所得;WYSWYG)

☐ 直接轉偽色圖



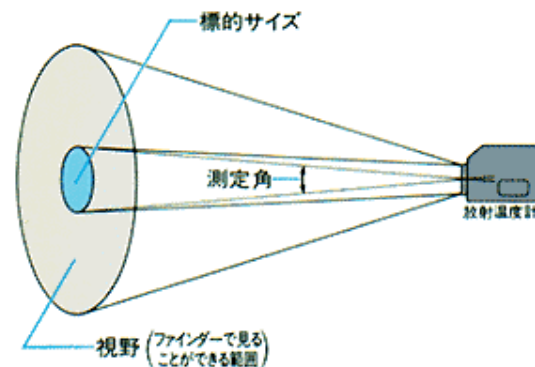
輝度計



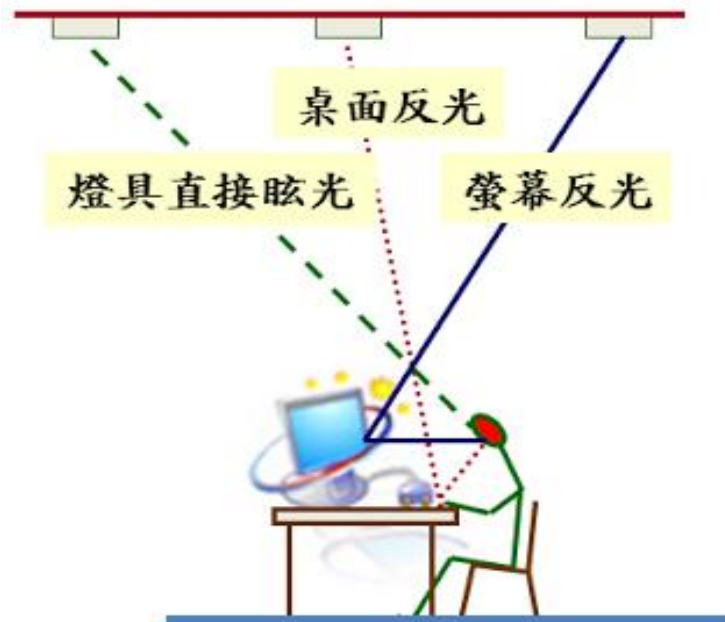
☐ 面光源光強度

☐ 無

☐ 無



眩光效應



眩光 (Glare)

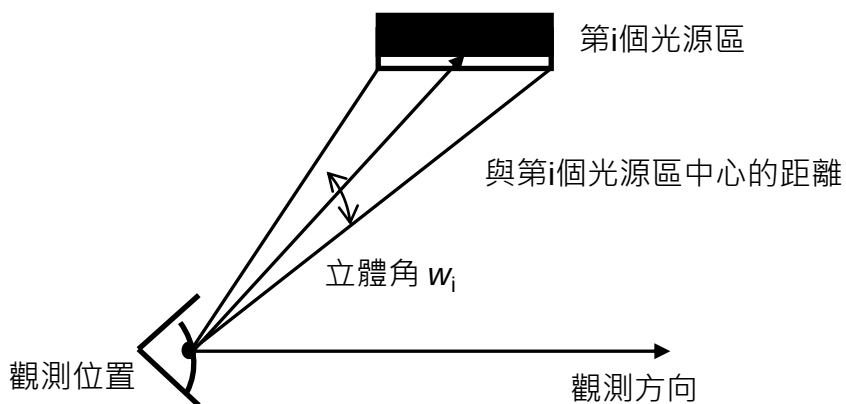
眩光就是令人不舒服的照明；光源與背景環境不配合時，對眼睛造成刺激。可分為：

- ① 直接眩光：直接或餘光目視光源，輝度大且讓人刺眼而不舒服，人眼直接眩光區自垂直面 $45 \sim 85^\circ$ 。
- ② 反射眩光：反射眩光：光源投射物件後，物件後反射至眼睛的次級光線，一般常稱為反光，此種眩光對舒適影響最大。
- ③ 背景眩光：主題較暗而背景太亮而產生，背景光線對比過強烈。室內主燈與桌燈明暗比過大時，即會有對比眩光，故不可只開檯燈。

Glare Effect

- 統一眩光指數(Unified Glare Rating, UGR)之定義。

$$UGR = 8 \log \left[\frac{0.25}{L_b} \sum_i \frac{L_i^2 \omega_i}{P_i^2} \right]$$



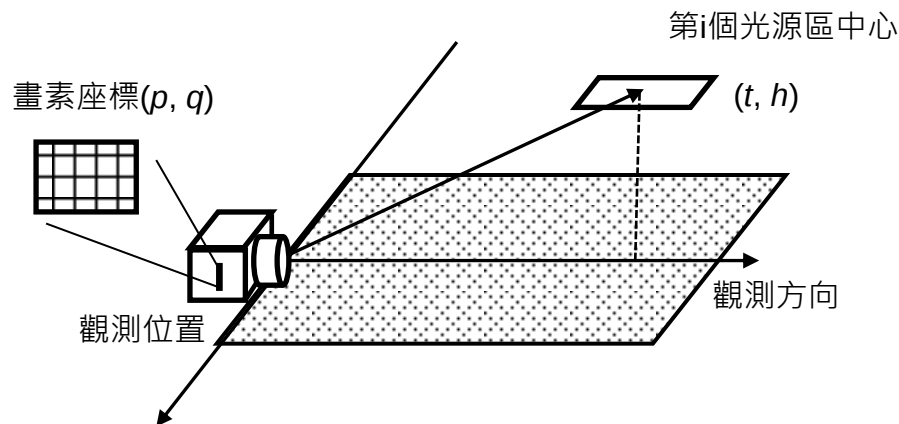
- 背景亮度(background luminance, L_b)：量測時之背景亮度，單位 cd/m^2 。
- 光源亮度(luminance, L_i)：第 i 個光源區的亮度，單位 cd/m^2 。
- 光源立體角(solid angle, ω_i)：第 i 個光源區對於觀測者的立體角，單位 sr 。
- 位置參數(Guth position index, P_i)：至第 i 個光源區方位的Guth位置參數，與觀察者至光源之橫向與縱向正切函數值相關，可查表或以公式計算獲得。

Glare Effect

- 影像式統一眩光指數，由影像式亮度量測結果計算而獲得。

$$L_b \approx c \cdot \sum_{p,q \in \text{背景}} \frac{L(p,q) \cdot |J(t,h; p,q)| \cdot \delta p \delta q}{(1+t^2+h^2)^{3/2}}$$

$$UGR \approx 8 \log \left[\frac{0.25}{L_b} \sum_{p,q \in \text{光源}} \frac{L(p,q)^2 \cdot |J(t,h; p,q)| \cdot \delta p \delta q}{P(t,h)^2 \cdot (1+t^2+h^2)} \right]$$



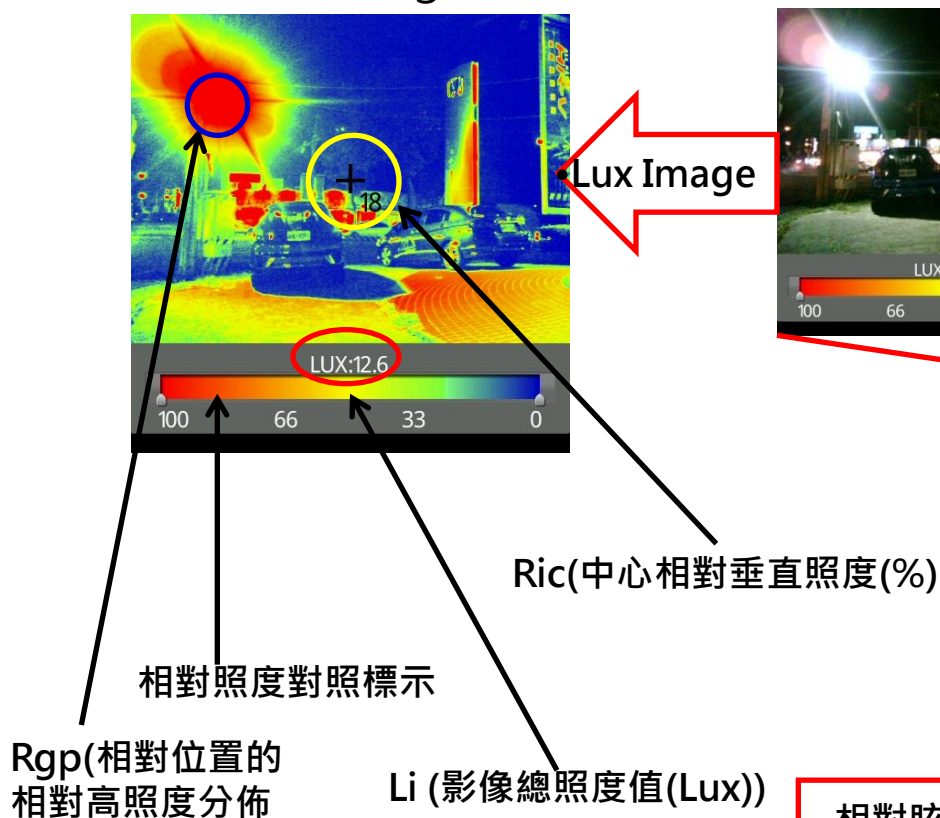
- 背景亮度(background luminance, L_b)：量測時之背景亮度，單位 cd/m^2 。
- 光源亮度(luminance, L_i)：第 i 個光源區的亮度，單位 cd/m^2 。
- 位置參數(Guth position index, P_i)：至第 i 個光源區方位的Guth位置參數，與觀察者至光源之橫向與縱向正切函數值相關，可查表或以公式計算獲得。
- 畫素座標(pixel coordinate, (p, q))：分別為橫向與縱向畫素坐標，其中 $L(p, q)$ 為 (p, q) 座標的亮度，單位 cd/m^2 。
- 位置參數之投影座標(projection coordinate, (t, h))：分別為橫向與縱向正切函數值，為畫素座標 p 與 q 之函數，可由量測儀之場曲修正獲得，其中 $J(t, h, p, q)$ 為 (p, q) 至 (t, h) 的Jacobian轉換函數。
- 畫素取樣面積(sampling point of pixel, $dpdq$)：其建議值為相對應的視角近於 0.1° 。
- 校正參數(calibration factor, c)：可與照度計對同場景量測比對之後求出。

眩光效應

簡單易用的相對眩光測量-Lux Image

•Lux Image

•Real Image



相對眩光運算

餘弦接受面

水平照度

垂直照度

觀察畫面

$$RG = 1 / \frac{Ric}{Rgp}$$

RG = 相對眩光
 Ric = 中心相對垂直照度
 Rgp = 相對位置高強度相對垂直照度

眩光效應

- 使用相對眩光測試的優點。

方便性

- 操作
- 判定

簡單化

- 硬體
- 運算



直觀度

- 介面
- 既看既所得

眩光效應

- 影像畫面比較



多點高眩光影像



均勻柔和光影像

Technical Support

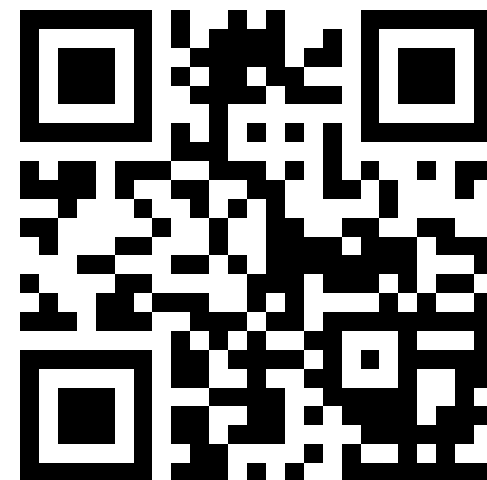
欲了解更多訊息，請加入關注UPRtek 的行列



UPRtek Corp FB



WeChat ID : UPRtek



www.uprtek.com

照明與頻率變化對 照明品質的重要性

主講: 安振基

主辦:台灣區照明燈具輸出業同業公會

協辦:群耀科技股份有限公司



MK350N Premium Spectrometer &
MF250N Flicker Meter



群耀科技股份有限公司

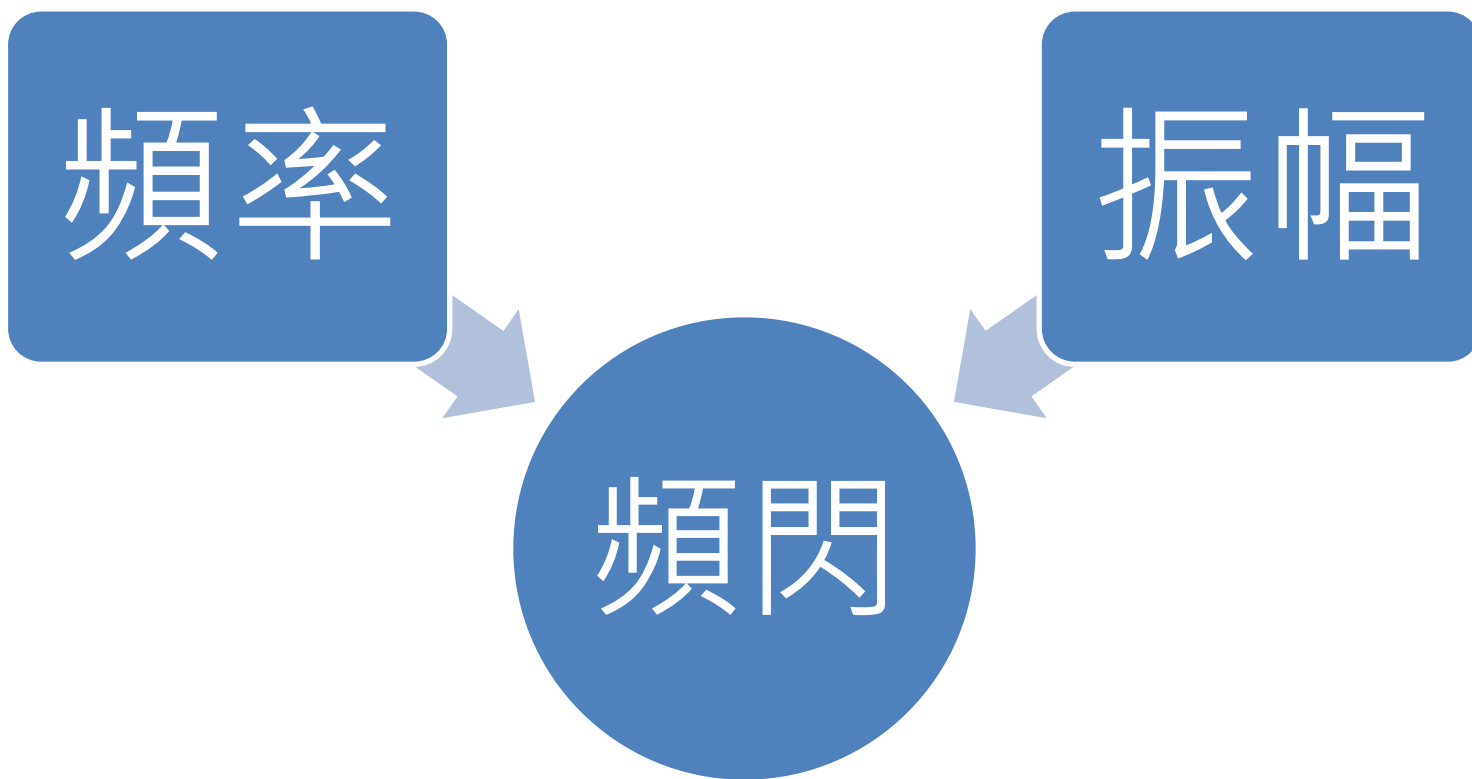
United Power Research Technology Corporation

 www.uprtek.com

 sales@uprtek.com

 +886-37-580885

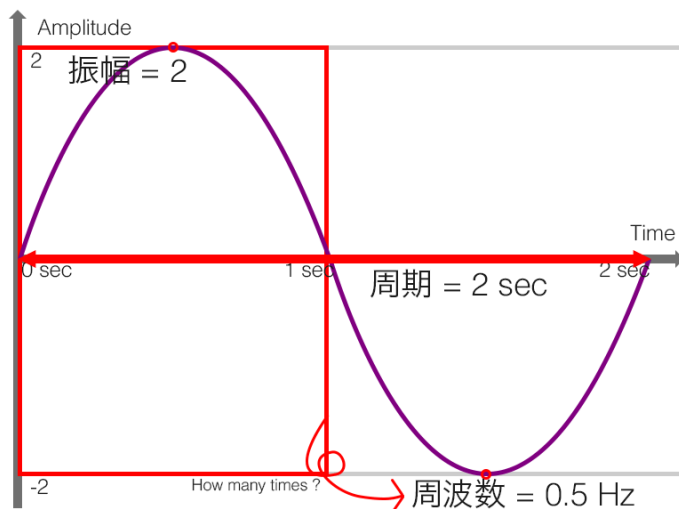
▶ 頻閃和什麼有關聯？





什麼是“ 頻率” ？

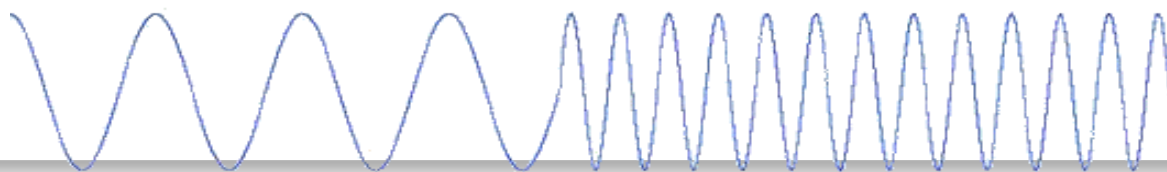
- 頻率(Frequency)：單位時間內某事件重複發生變化的次數。
單位：赫茲 (Hz)。



低頻率的鼓聲



高頻率的鬧鐘或鈴聲



光的“閃爍”各種現象

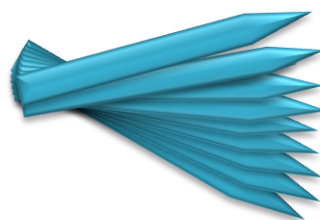
我們想要的“閃爍”

- 救護車、消防車和警車上的燈
- 飛機降落時的機翼指示燈
- 音樂會、酒吧的鐳射燈

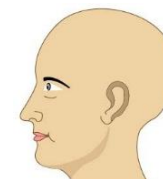


...有些是我們不想要的

閃爍 (flicker)



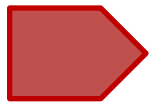
頻閃效應 (stroboscopic effect)



體育轉播中慢動作重播時的畫面明暗不均

光的閃爍引起超市紅外掃描器發生錯誤

4



常見的自然現象

倒影



沙漠



蠟燭



漣漪

▶ 什麼原因決定LED光源的閃爍？

LED閃爍和調光性能

- 取決於LED驅動器
- 調光器和其他電子設備誘發或增加閃爍

電源

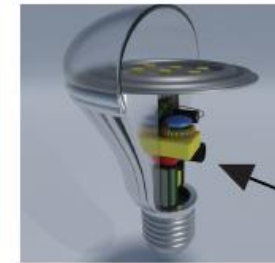
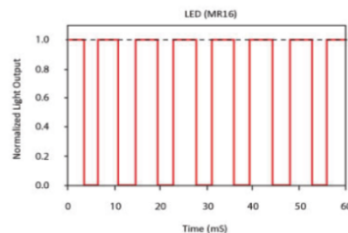
- 交流LED
- 直流LED，具有簡單/便宜的驅動程序(例如，電容器不足)

干擾

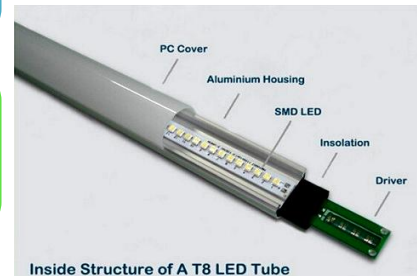
- 一些電子產品的整體燈LED; 例如:變壓器的影響
- 其它

調控

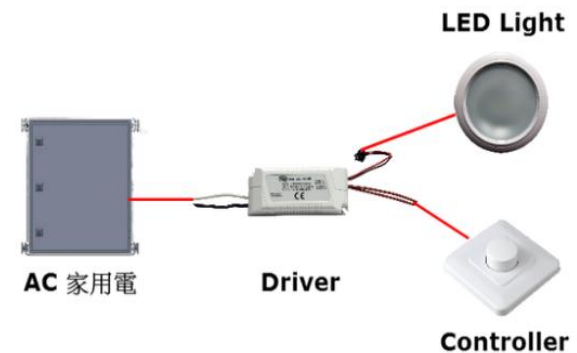
- LED採用相位調光器（三端雙向可控開關: TRIAC）
- 脈衝寬調製（PWM）的LED驅動器



Driver



Inside Structure of A T8 LED Tube



現存各種各樣的定義、評價指標—太多，太亂

各種現象:

- Flicker閃爍
- Visible Flicker可見閃爍
- Non-Visible Flicker不可見閃爍
- Flutter 飄動
- Shimmer閃爍
- Ghosting鬼影
- Wagon-wheel effect車輪效應
- Stroboscopic effect頻閃效應
- Phantom array effect幻影陣列
- ...

各種評價指標:

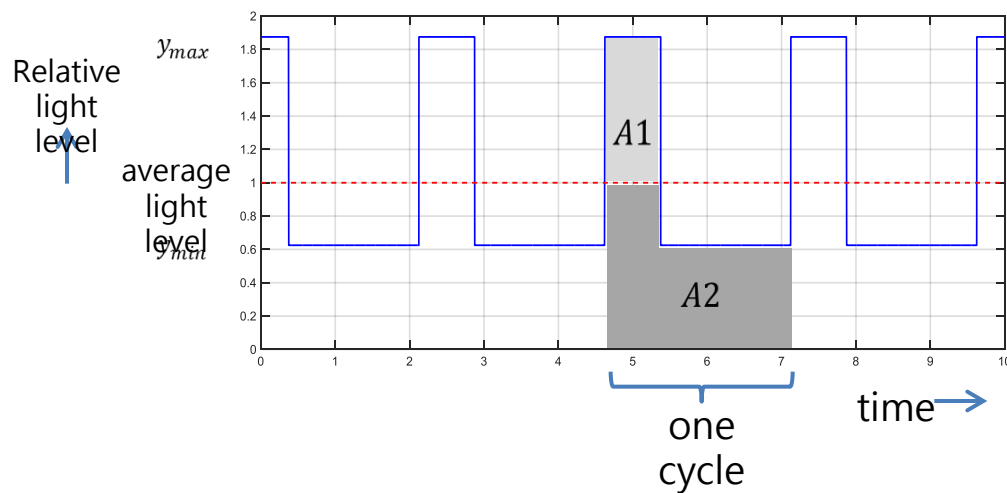
- Flicker index閃爍指數
- Flicker percent閃爍百分比
- Percent flicker
- Modulation depth波動深度
- Short-term flicker severity
- Long-term flicker severity
- Instantaneous flicker sensation
- Stroboscopic visibility measure
- ...



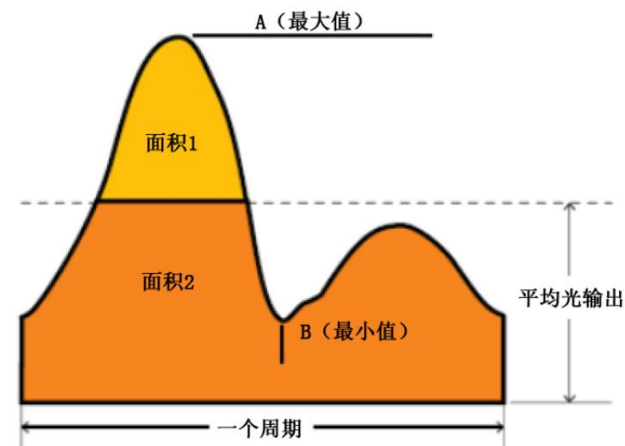
歷史上最廣泛採用的技術指標

- 波動深度 Modulation Depth (MD) & Flicker Index (FI)

$$MD = (\text{also called Flicker Percent}) = \frac{(y_{max} - y_{min})}{(y_{max} + y_{min})} * 100\%$$



$$FI = \frac{A1}{A1 + A2}$$



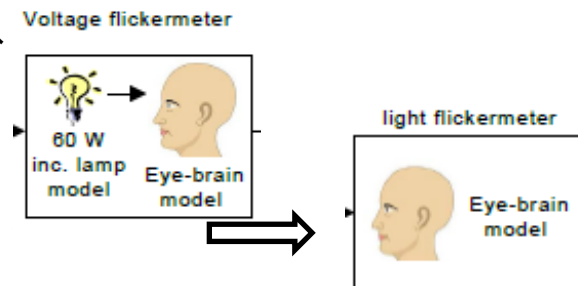
不足：

- 無區分 '閃爍' 和 '頻閃效應'
- 無考慮光變化的頻率、波形的影響

▶ 傳統照明時代的IEC標準

- IEC對“閃爍”的要求：歸在EMC電磁相容標準（1 of 2）

- IEC 61000-3-3:電磁相容 限值對每相額定電流 $\leq 16\text{A}$ 且無條件接入的設備在公用低壓供電系統中產生的電壓變化、電壓波動和閃爍的限制 注：中國等同採用為：GB/T 17625.2
- 這個標準是白熾燈時代的，認為大多數照明設備是鎢絲燈，沒有前置穩定電路，直接接到電網。這時，光的變化直接反映了電網的變化。所以，限制了電網的變化，就是管理好了照明光源的光變化！
- 其方法是：限制接入電網的大功率電器對電網的干擾，而這個電網受干擾後，產生波動後影響到白熾燈的光變化，而這個變化正好被人眼所感覺到。
- 這個標準的貢獻在於：
 - 1) 建立了對照明設備閃爍的全閉環評價的一部分：從其他用電設備引起電網的波動不能大到，足以導致光源的光變化，這個光變化能讓人感覺得到！
 - 2) 提出了“60W白熾燈->人眼-大腦感知”的電路模型：電壓閃爍計。這個模型在新的評價標準：IEC TR 61547-1被部分採用，成為新的指標：Pst LM的重要部分
- 因為小功率電器很難引起電網波動，所以對於很多電器，包括照明設備本身，這個標準是豁免的。所以照明界用的很少



傳統照明時代的IEC標準

-IEC對“閃爍”的要求：EMC電磁相容標準 (2 of 2)

- IEC 61000-3-3對閃爍的評價參數(P_{st}),在對應的GB /T 17625.2中定義為：

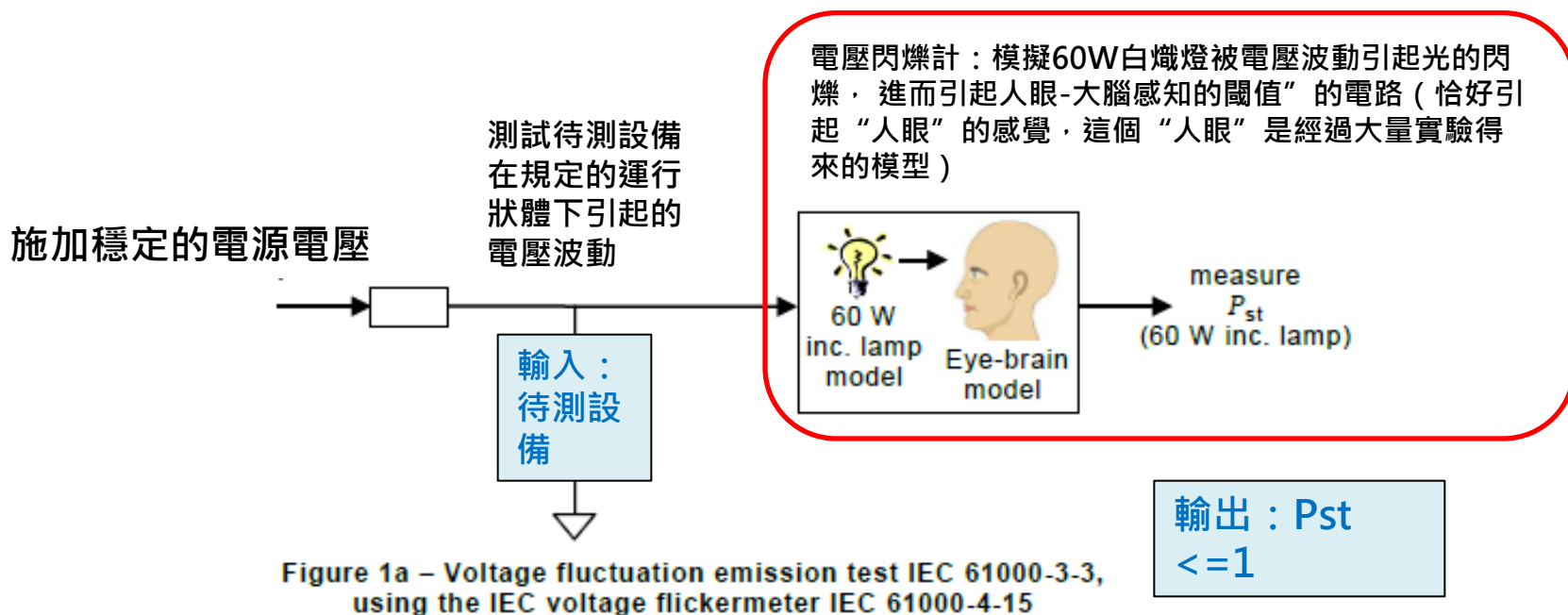
3.7

短期閃爍指示值 short-term flicker indicator

P_{st}

評定短時間(幾分鐘)閃爍的嚴酷程度; $P_{st}=1$ 表示敏感性常規閾值。

這個比較難理解，建議多琢磨。
這個“電壓閃爍計”解決了不同的人對光閃爍的敏感度的客觀統一。



最新國際共識：光的閃爍現象分類（1 of 2）

- 引用2017年2月國際照明學會在加拿大召開的國際閃爍協調會議的結果，具體文字摘自參會者 中國浙江遠方光電的參會新聞稿：

http://lights.ofweek.com/2017-02/ART-220009-8130-30105195_2.html

按照對人的影響主要分成三大類，分別是：

- 1) 視覺感知
- 2) 視覺功效
- 3) 生物神經；

目前國際上對視覺感知的研究是比較多的，對於後兩者的研究還存在很大空白，需要長期進一步地研究。

按照對視覺感知的影響，又分為：

• 可直接觀察到的（閃爍/ flicker）和需要通過相對運動非直接觀察到的（頻閃效應 / stroboscopic effect和鬼影/ ghost）。

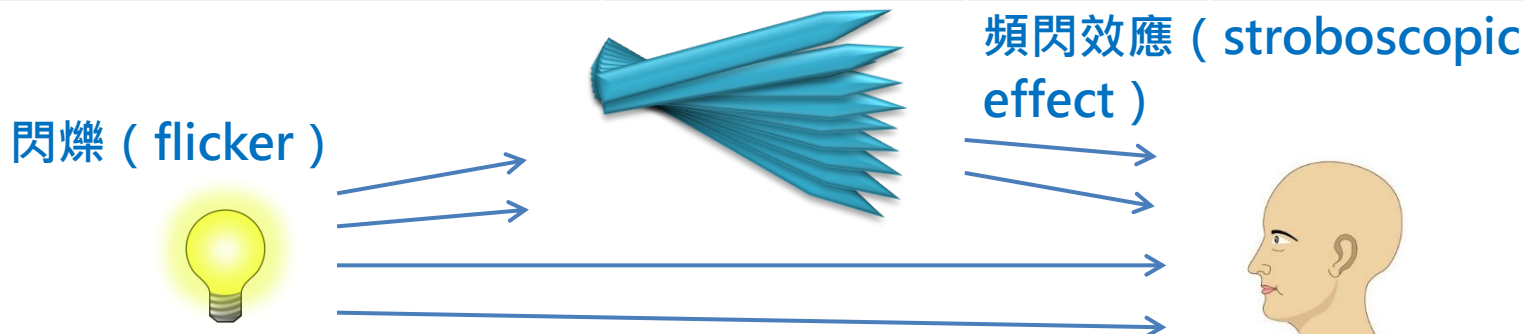
• 國際照明學會 技術報告CIE TN006-2016中的定義：

- ✓ **閃爍（Flicker）**：對於靜態環境中的靜態觀察者，亮度或光譜分佈隨時間波動的光刺激引起的視覺不穩定性感知；
- ✓ **頻閃效應（Stroboscopic effect）**：對於非靜態環境中（運動物體）的靜態觀察者，亮度或光譜隨時間波動的光刺激引起的對運動感知的變化；
- ✓ **幻影效應（The phantom array effect）**：又稱鬼影（ghost），對於靜態環境中的非靜態觀察者，亮度或光譜隨時間波動的光刺激引起的對物體形狀或空間位置布的感知變化。
實踐環境：觀察者 開車經過隧道，具體可參見CIE 88：2004

結論：國際公認，到目前為止，只有對閃爍和頻閃效應有了充分地研究（標準化正在進行中） 11

最新國際共識：光的閃爍現象分類 (2 of 2)

光	光照下的被觀察物體	觀察者	現象名稱
有變化,且： 較低頻率 ($<80\text{Hz}$) , 光變化足夠大	靜止	靜止	閃爍 (Flicker)
有變化,且： 較高頻率 ($80\text{Hz}\sim 2\text{kHz}$) , 光變化足夠大	運動	靜止	頻閃效應 (stroboscopic effect)
有變化	靜止	運動	幻影效應，又稱鬼影 (phantom array effect)





頻閃的種類

閃爍
(Flicker)

0.5~80 Hz

頻閃效應
(Stroboscopic
Effect)

80~2,000
Hz

幻影效應
(Phantom Array
Effect)

2,000 Hz~

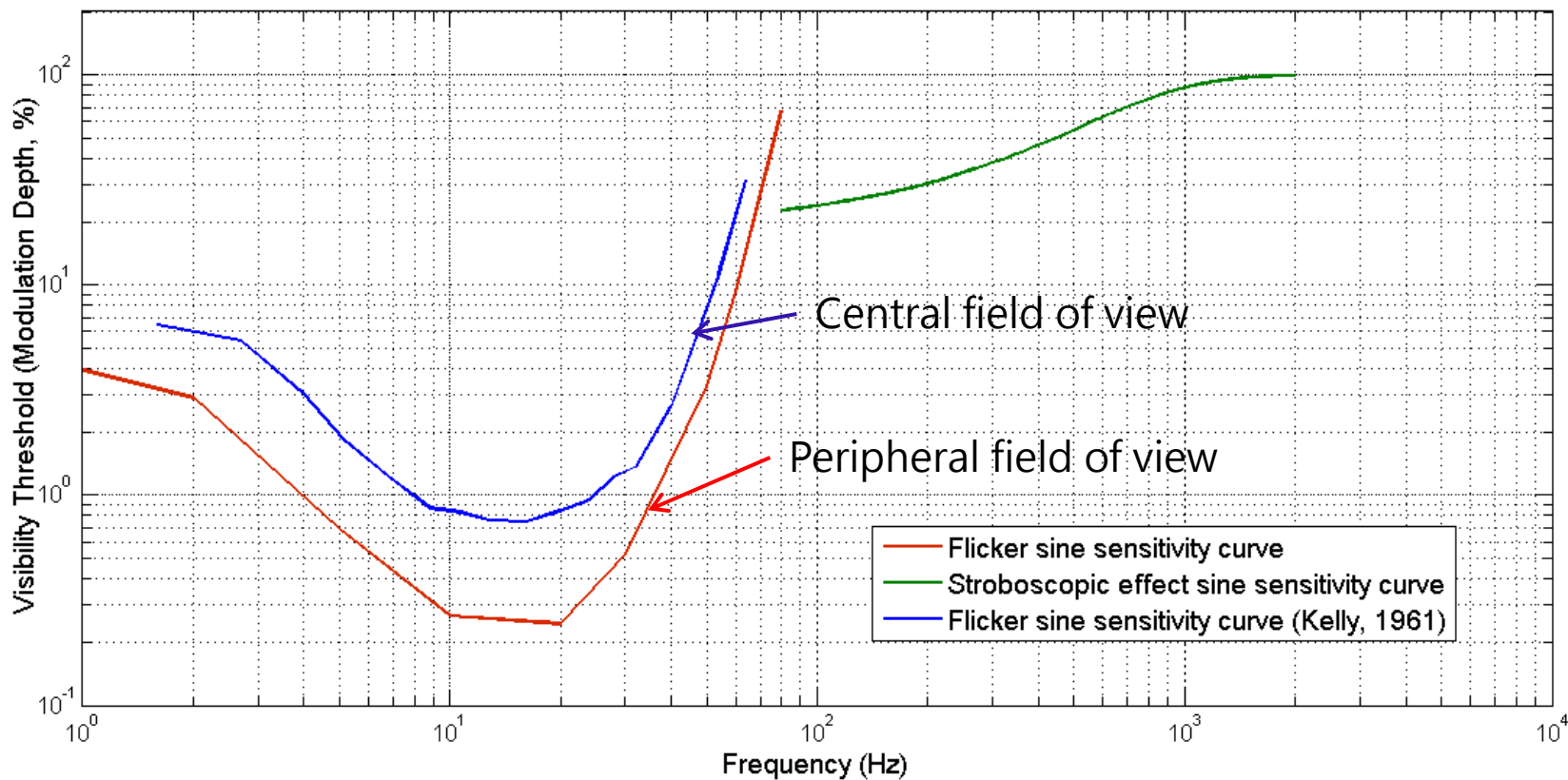
TLA- Temporal Light Artifacts
光引起的視覺幻象

人眼對頻閃的感知能力：70Hz ↓ 有感； 70Hz ↑ 無感

資料來源：[IEEE PAR 1789](http://www.ieee.org/publications_standards/publications/details_standards.cfm?pubId=1789)



理論基礎：長期學術研究，得出以下曲線



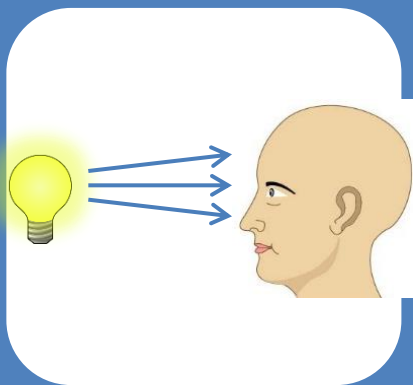
閃爍占主導地位 < > 頻閃效應占主導地位

moderate movements of body or near body < 4 m/s *fast moving/rotating machinery*

國際照明學會 技術報告CIE TN 006:2016中的定義

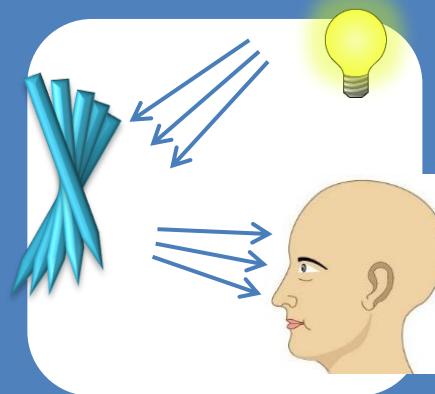
Temporal Light Artefact (TLA) :

-Temporal : 時間的; 世俗的; 暫存的 ; Light: 光 ; Artifacts : 醫】非源自腦中的電波，偽差，假象，人為現象



Flicker 闪烁

评价指标: P_{st}^{LM}



Stroboscopic effect

频闪效应

评价指标: SVM

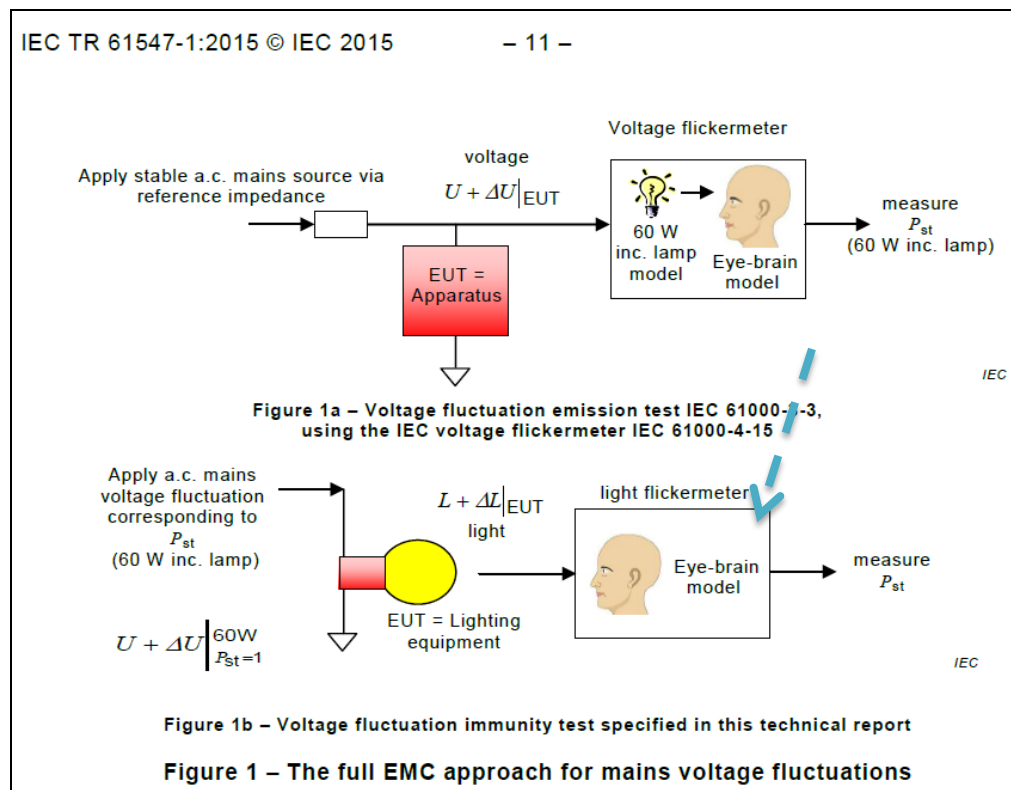
根據光的變化的頻率劃分

~0.5 Hz to ~80 Hz

~80 Hz to ~2 kHz

最新標準發展：IEC TR 61547-1於2015年4月發佈

- 引入：IEC ShortTerm flicker indicator (P_{st}^{LM}) *和完整的評價思路 (full approach)



* IEC TR 61547-1
+ IEC 61000-3-3
+ IEC 61000-4-15

Visibility limit:
 $P_{st}^{LM} = 1$
(50 % probability
for an average
observer)

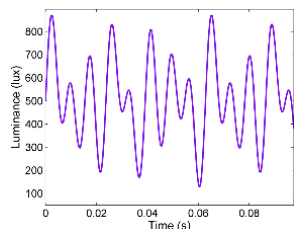
P_{st}^{LM}

小結：對閃爍(Flicker <80Hz)，已經有IEC TR 61547採用成熟的 P_{st} (short-term flicker metric)的方法稍加變化，用 P_{st}^{LM} 來評價由於電源電壓帶來的LED照明產品光輸出的閃爍，閾值為1。

最新標準發展：CIE TN006-2016於2016年8月發佈

- 引入：Stroboscopic Visibility Measure (*SVM*) 頻閃可見度量

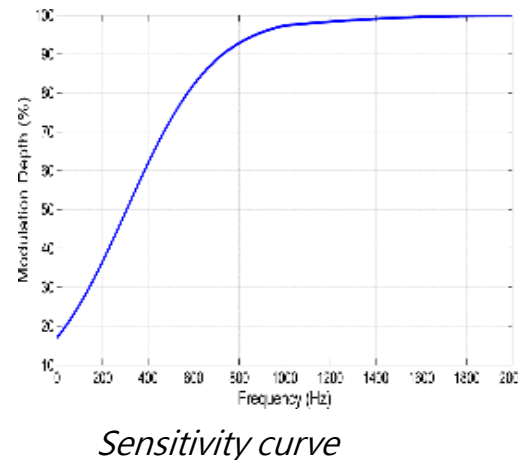
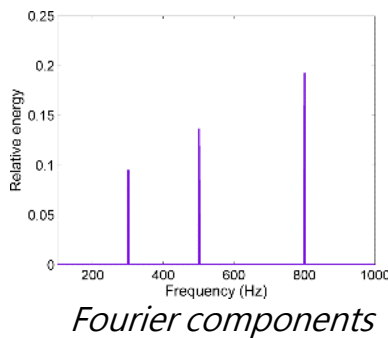
測量待測光源的
光變化(>1秒)



頻譜分析:

- 頻率範圍: 80 – 2k Hz
- 對測量到的光波形進行傅立葉分析
- 每一個不同頻率的波幅度 (C_m) 和對應的歸一化的可見度曲線 (S_m) 加權 (Sensitivity curve) : 可見度曲線是經過大量實驗得出的不同頻率光變化的人眼感知閾值
- 把所有頻率的加權值綜合，公式請見以下：

$$SVM = 3.7 \sqrt{\sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{C_m}{S_m} \right)^{3.7}}$$

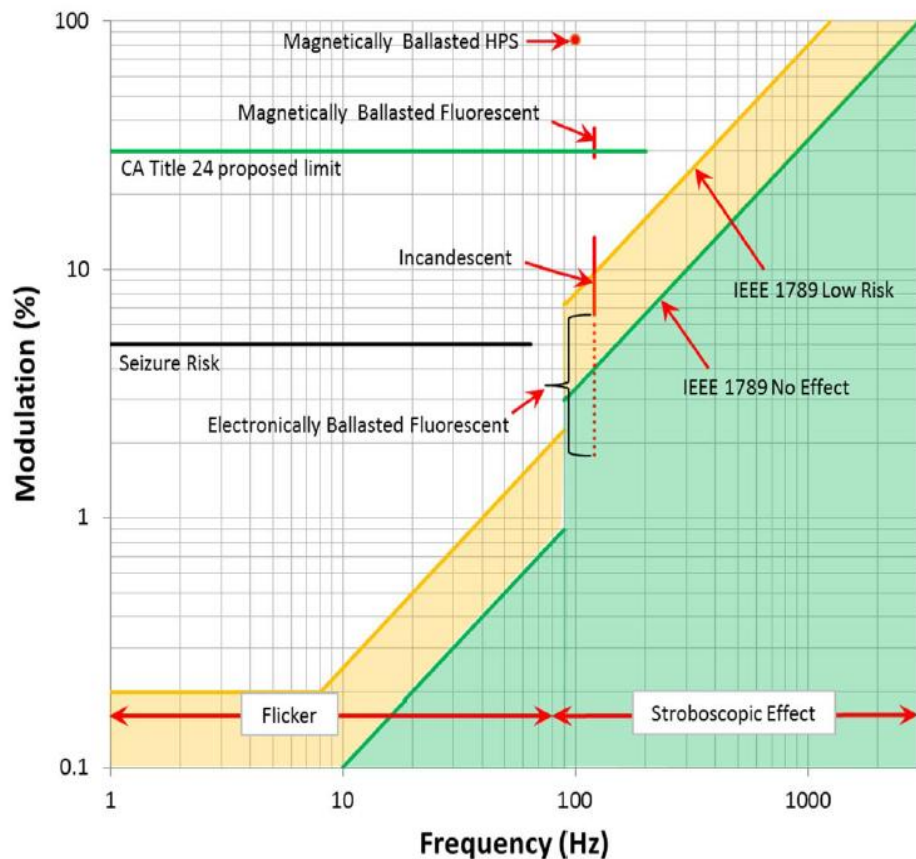


***SVM*值**

其他新開發評價方法

- 只舉1例，還有其他，如美國LRC的ASSIST

IEEEstd 1789-2015 IEEE Recommended Practices for Modulating Current in High-Brightness LEDs for Mitigating Health Risks to Viewers



上圖：摘自美國電器美國電氣製造商協會（NEMA）2015年6月的白皮書

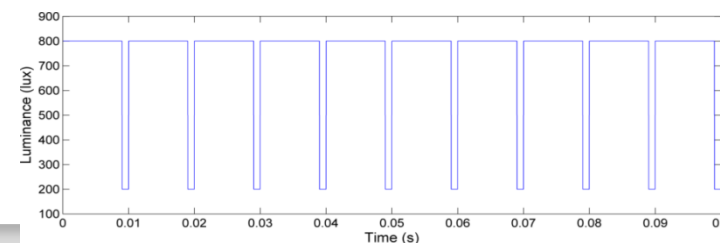
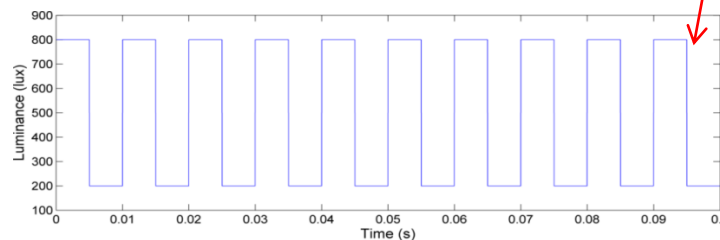
- IEEE 1789的進步：考慮到了頻率和限值的關係。

- IEEE 1789的不足：

1) 任然採用MD（幅值差）為評價參數，沒有考慮波形的複雜程度。典型例子如下：相同的MD，但顯然不同的“閃爍”影響。

2) 限值不符合常理，圖中紅色表示過去長期使用的照明產品都被IEEE 1789評價為有危險的，這不符合常理！

-注：IEEE決定修訂從2017年起修訂該檔。





世界各國對閃爍評價的現有法規

歐洲

- 採用 CIE TN006-2016及IEC TR 61547-1



美國-最環保的加州

- 採用CEC Title 20, April 2017, 幅度值差之比MD = 30 % spec up to 200 Hz

<u>Flicker</u>	<u>Title 24, part 6, Joint Appendix 10 (2015), tested at both 100% and 20% output. Lamps with a percent amplitude modulation (percent flicker) less than 30 percent at frequencies less than 200Hz shall report "yes" for "reduced flicker operation" described in section 1606, otherwise report "no."</u>	<u>Optional</u>
----------------	---	-----------------



美國-能源署能源之星

- ENERGY STAR Lamps V2_0 Revised OCT-2016
- ENERGY STAR Recommended Practice - Light Source Flicker (Dec 2015 revised)
- 沒有限值，只要上報有關參數，如波動深度（ % ），閃爍指數（面積比）。



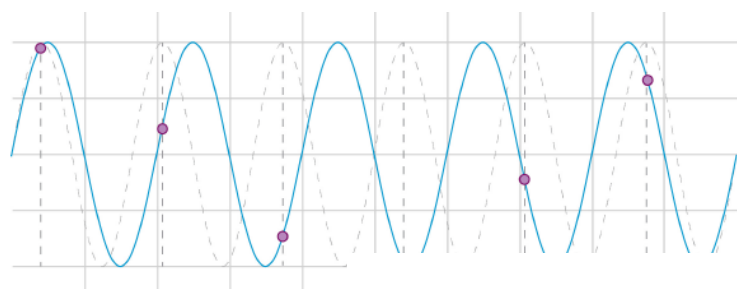
12.4. Flicker:

Lamp Type	ENERGY STAR Requirements	Methods of Measurement and/or Reference Documents	Supplemental Testing Guidance
All Lamps Marketed As Dimmable	Lamp average light output periodic frequency, highest percent flicker, and highest flicker index shall be reported.	Measurement: ENERGY STAR Recommended Practice - Light Source Flicker	Sample Size: 1 lamp per dimmer. See Section 8 of the Recommended Practice - Light Source Flicker, for reporting information.

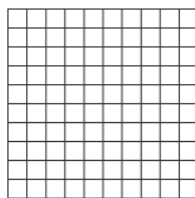
20

用手機攝像頭測閃爍可行嗎？

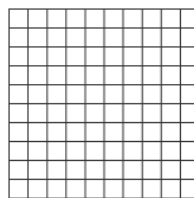
- 通過手機螢幕看到的**不是**你的眼睛直接感知到的；而是經過手機的**採樣電路**處理後、經過**快門效應(shutter)**的影像。



Rolling Shutter



Total Shutter



- 很多人認為手機也可以被看做一台測試儀器。儀器當然是可以做測量的，但要是滿足一定的條件，**但就是因為它是手機，就註定了它不能滿足這個“條件”**！
- **危險能看見就還不算危險, 就怕這危險是看不到!!**

快門效應 介紹 (英文) : <http://www.diyphotography.net/everything-you-wanted-to-know-about-rolling-shutter/>

快門效應 介紹 (中文) : <http://www.nphoto.net/news/2012-09/25/858d44e576553cc0.shtml>

用手機攝像頭測閃爍可行嗎？

- 2017年3月，半導體照明技術評價聯盟（TEAS）發佈聲明，秘書處在國家電光源品質監督檢驗中心（北京）
http://www.nltc.cn/news_info.aspx?m=20130911144155937646&n=20170401104139687369



- 上述對比試驗可知，針對不同的觀測位置（混光環境影響）和觀測手機，觀測到“閃爍/頻閃”現象並不穩定，甚至觀測不到；且“閃爍/頻閃”現象不只存在於LED照明產品上，白熾燈和螢光燈也同樣存在。因此通過手機攝像頭來評價LED產品“閃爍/頻閃”甚至LED產品品質優劣並不科學。
- 綜合上述現行評價標準研究以及現場評價可知，手機攝像頭不能對LED產品進行閃爍/頻閃評價，甚至對LED產品的品質優劣進行評價和判定。

▶ 用手機攝像頭測閃爍可行嗎？

- 測量光“閃爍”的合格 測試儀器的基本條件

- 1)採樣頻率高，高於大多數照明設備的光輸出頻率；
- 2)沒有所謂快門效應的干擾；
- 3)具有符合國際標準的計算能力，並顯示有意義的數值。

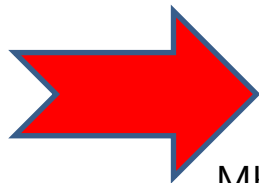
目前為止，市場上已經有測試專業設備製造商提供最新的閃爍/頻閃測試儀，可以測Pst LM和SVM。

☑設備配備快速光度探頭，最高採樣速度達**100kHz**，可捕捉快速變化光源的**精細波形**；

☑可測量參數：

- 光波動的時域和頻域分析圖；
- 基準頻率、閃爍百分比（PF）、閃爍指數（FI）、調製深度（MD）（符合IEEE法規）
- 調製百分比（符合CEC法規）
- **Pst** (符合IEC TR 61347-1) ·
- **SVM** (符合CIE TN006-2016) ·
- Mp (符合ASSIST推薦)

有效看到頻閃危險影響照明光源的品質!!



MK350N Premium Spectrometer

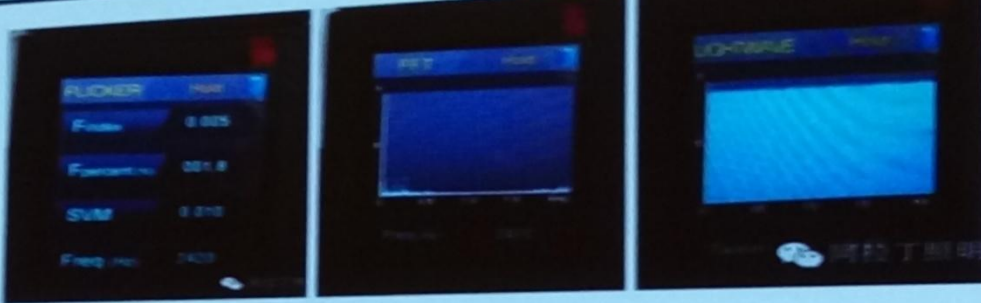


MF250N Flicker Meter



研究實例

商用頻閃測量儀 UPRtek(群燿科技) MF250N 2016/11



1. 支持Flicker Index、Percentage Flicker
2. 符合IEC/ASSIST/ENERGY STAR/VESA定義 Flicker量測規範
3. 單機操作快速量測，無需與手機或電腦連接
4. 燈光頻閃頻率量測
5. 光譜圖分析，包括5大主要光量測項目
6. Lightwave & FFT

IEEE Energy Star 對於閃爍的測量評估真的很高明嗎？



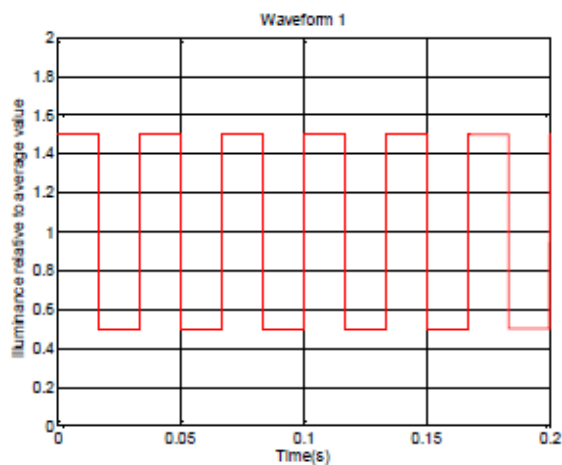
閃爍、頻閃效應 演示

Example-1: effect frequency @ $MD = 50\%$

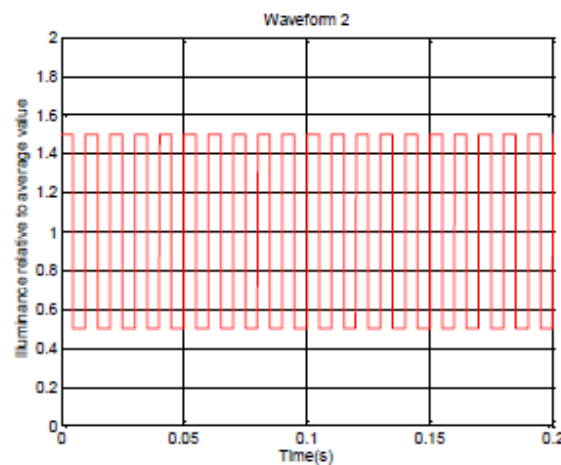
Flicker vs Stroboscopic effect

LEFT			
WF1		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	63.20	62.21
Frequency = 30 Hz	SVM	0.88	0.87
Duty cycle = 50 %	FI	0.25	0.25
	MD (%)	50.00	49.71
Flicker is visible			

RIGHT			
WF2		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	0.05	0.05
Frequency = 100 Hz	SVM	2.49	2.46
Duty cycle = 50 %	FI	0.25	0.24
	MD (%)	50.00	49.70
Strobo is visible			



可見閃爍



可見SVM頻閃效應

結論：從人眼的感知出發，應以不同頻段來區分兩種不同的現象：閃爍和頻閃效應！

Conclusion proved: different phenomenon related to different frequency based!



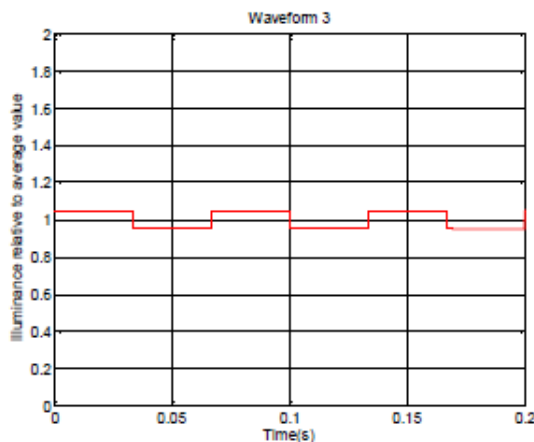
閃爍、頻閃效應 演示

Example-2: Flicker & effect frequency @MD = 5 %

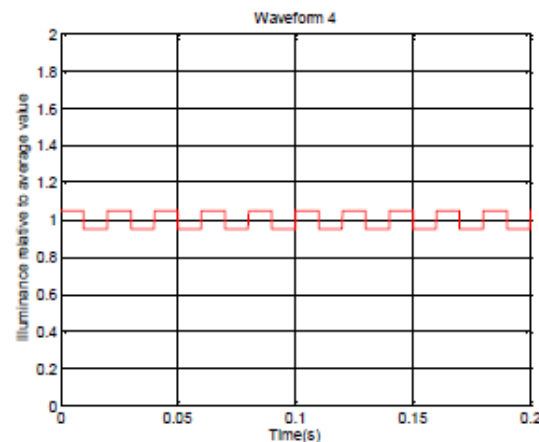
FLICKER: effect of modulation frequency

LEFT			
WF3		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	11.81	11.62
Frequency = 15 Hz	SVM	0.04	0.04
Duty cycle = 50 %	FI	0.03	0.03
	MD (%)	5.00	5.14
Flicker is visible			

RIGHT			
WF4		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	0.52	0.52
Frequency = 50 Hz	SVM	0.07	0.07
Duty cycle = 50 %	FI	0.03	0.02
	MD (%)	5.00	5.13
Flicker is not visible			



可見閃爍



不可見閃爍

結論：在閃爍頻段內，頻率低 (~15Hz)時，相比較高頻段 (50Hz)，更容易被人感知到閃爍!
Conclusion proved: in flicker frequency range, it is more visible in lower frequency (~15Hz) vs. higher frequency (~ 50Hz)



閃爍、頻閃效應 演示

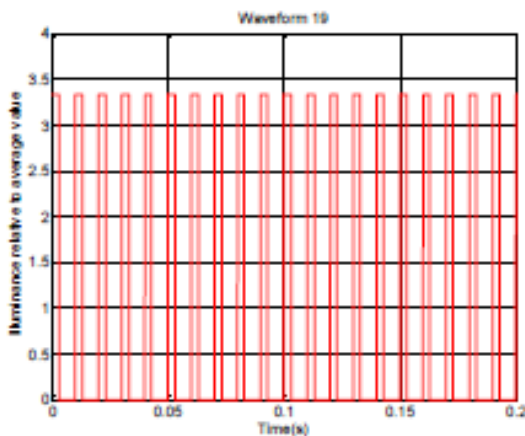
Example-3: 頻率，MD一樣，頻閃效應不一樣

11

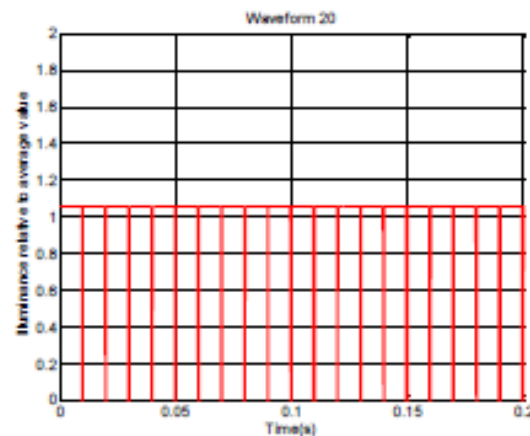
STROBOSCOPIC EFFECT: Duty Cycle

LEFT			
WF19		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	0.13	0.10
Frequency = 100 Hz	SVM	6.74	6.58
Duty cycle = 30 %	FI	0.70	0.68
	MD (%)	100.0	99.90
Strobo is visible			

RIGHT			
WF20		Calc	Meas
Square modulation	P_{st}^{LM}	0.01	0.01
Frequency = 100 Hz	SVM	0.45	0.44
Duty cycle = 95 %	FI	0.05	0.05
	MD (%)	100.0	99.27
Strobo is not visible			



可見SVM頻閃效應



不可見SVM頻閃效應

結論：波形對於閃爍、頻閃效應的評價有很大影響！



頻閃量化評估方法

常見國際法規

- IEEE PAR1789-Percent Flicker

- Energy Star- Flicker Index

- 個案分享

SVM

- 原理

- 個案分享

SVM vs. Flicker 差異

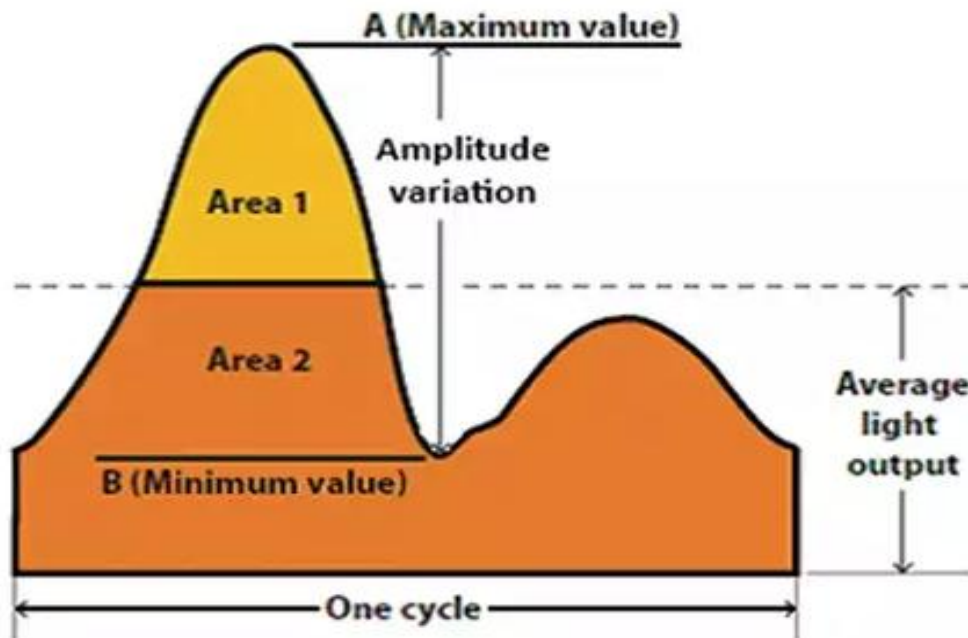
頻閃對生活的影響

案例分享



IEEE PAR1789-Percent Flicker

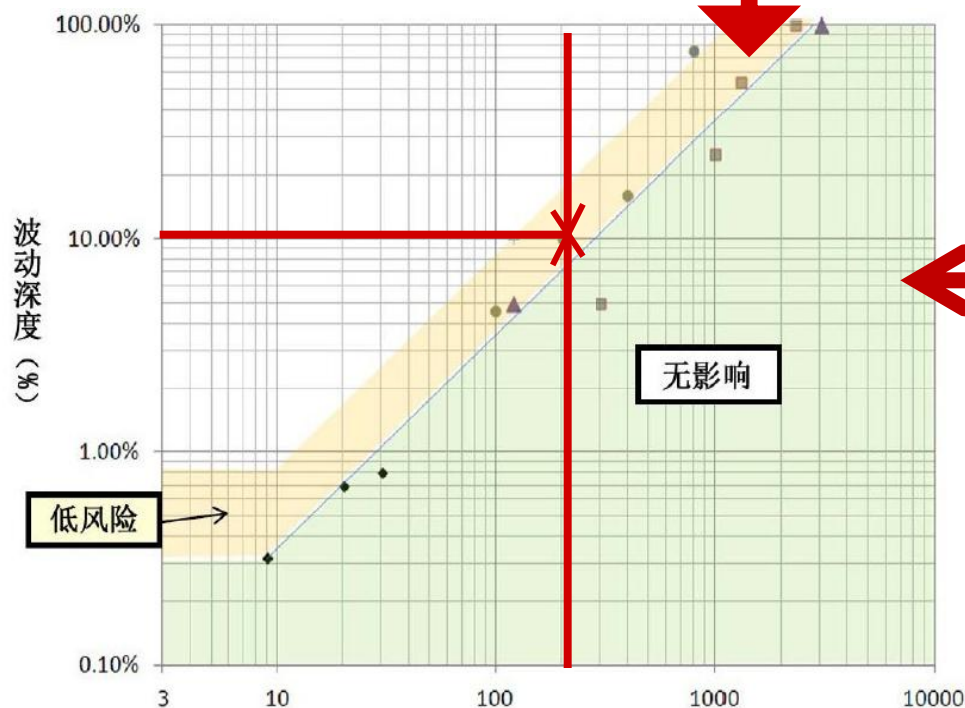
- 發佈：2010年
- 頻閃百分比：光源輸出週期變化的相對量測值。
數值高→閃爍及頻閃可能性較高。



FLICKER Capture 	
Findex	0.140
Fpercent (%)	058.0
SVM	1.576
Freq (Hz)	120

IEEE PAR1789-Percent Flicker

限制			
一般人		光敏性體質	
頻率 (HZ)	公式	頻率 (HZ)	公式
8 ↓	<2%	10 ↓	No Flicker
8- 90	Freq*0.025	10- 90	Freq*0.01
90-1250	Freq*0.08	90-3000	Freq*0.0333
1250 ↑	Flicker 允許	3000 ↑	Flicker 允許



$$120\text{HZ} * 0.08 = 10\%$$

頻率 (HZ)



案例分享- Percent Flicker

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同

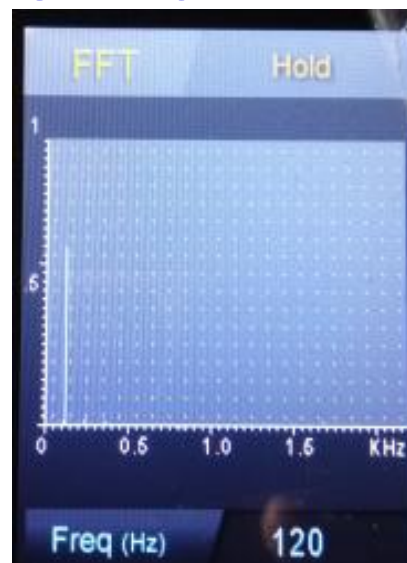
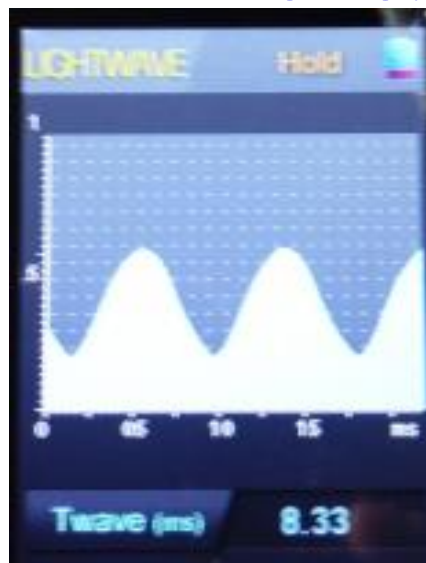


旭X牌
功率：13W
售價：NT.179

國際標準
 $120 * 0.08 = 10$ <

實測
50.3

NG





案例分享- Percent Flicker

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同

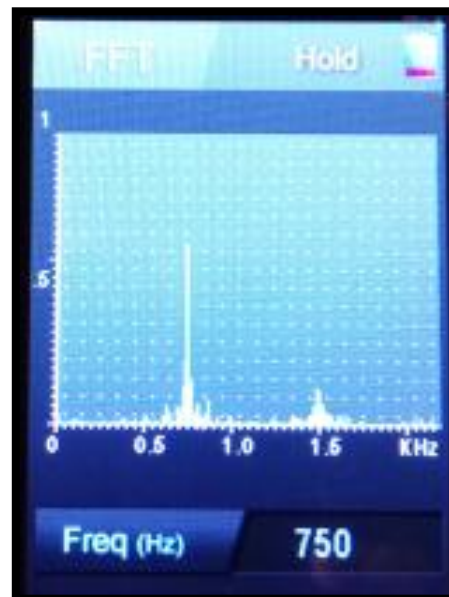
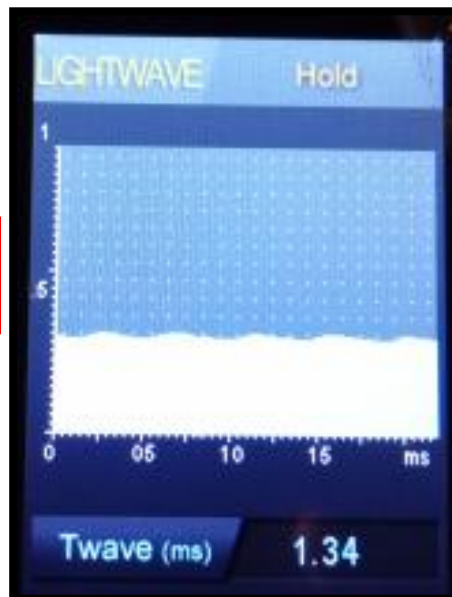


QXXX牌

功率：8W

售價：NT.2,450

國際標準 $760 * 0.08 = 60.8$ **>** 實測 3.7

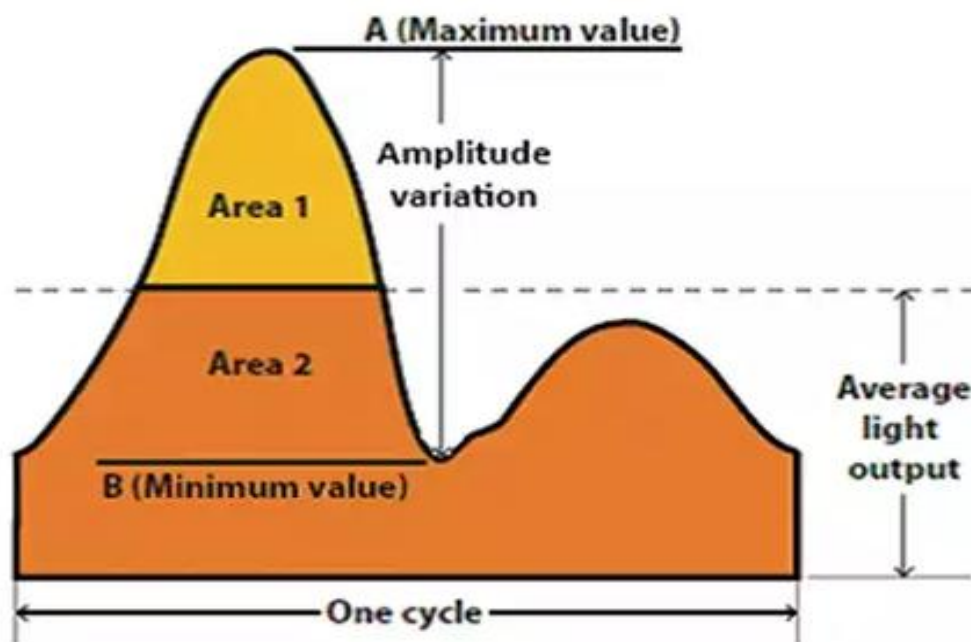


PASS



Energy Star-Flicker Index

- 發佈時間：2013年
- 頻閃指數：將數值細分為 0 ~ 1，其中 0 代表穩定的光輸出。
數值高→閃爍及頻閃可能性較高



$$\text{Flicker Index} = \frac{\text{Area 1}}{\text{Area 1} + \text{Area 2}}$$

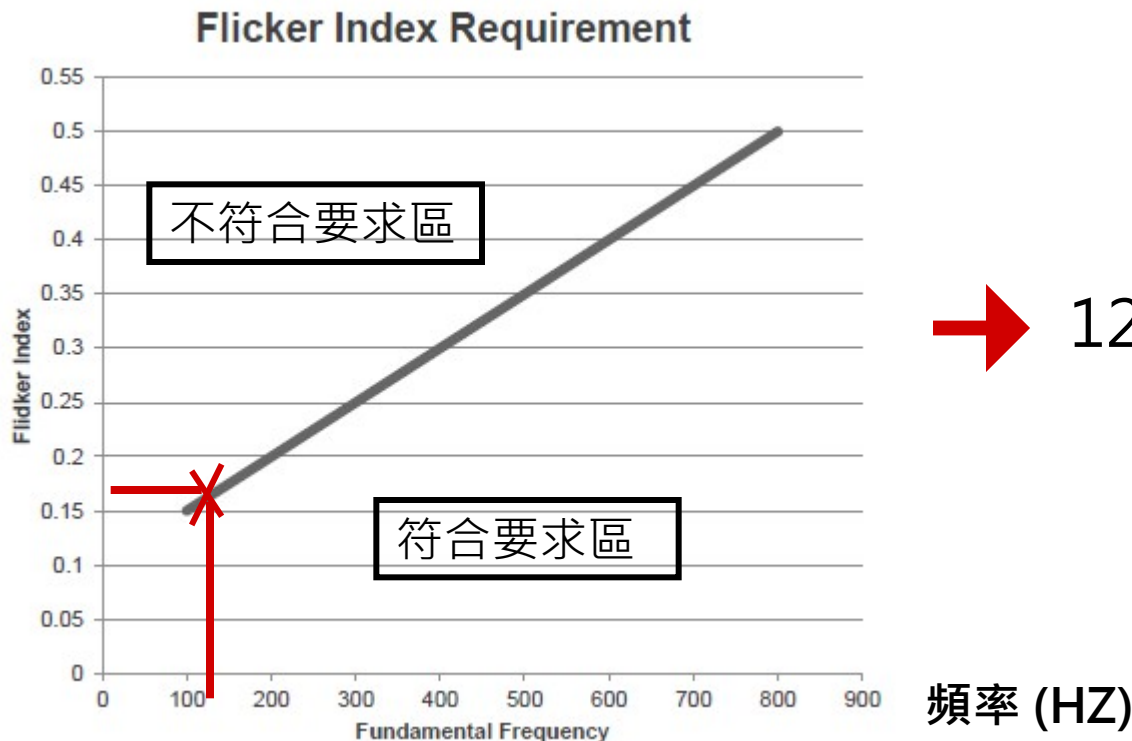
FLICKER Capture 	
Findex	0.140
Fpercent (%)	058.0
SVM	1.576
Freq (Hz)	120



Energy Star-Flicker Index

限制：

- 1) 100HZ ↓ :不可有Flicker
- 2) 100~800HZ: 符合要求區
- 3) 800HZ ↑ : Flicker 允許



→ 120HZ : 0.16

案例分享- Flicker Index

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同

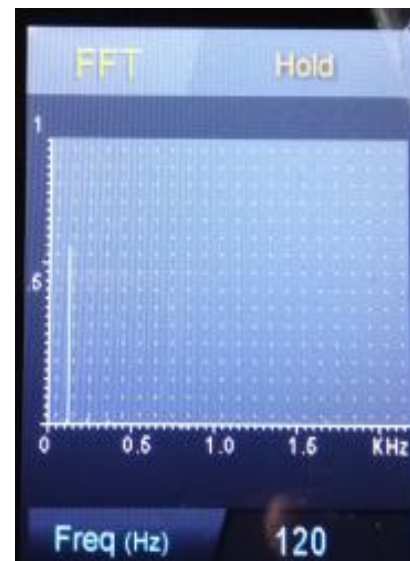


旭X牌
功率：13W
售價：NT.179

國際標準
0.16

>

實測
0.151



PASS



案例分享- Flicker Index

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同

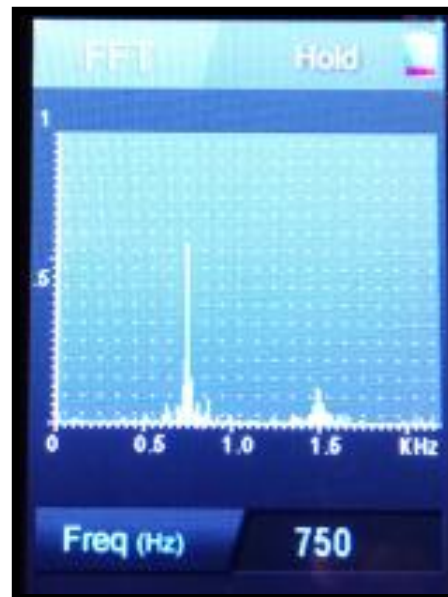
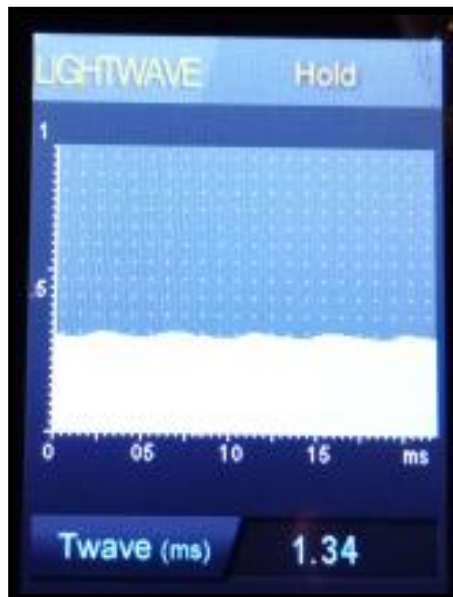
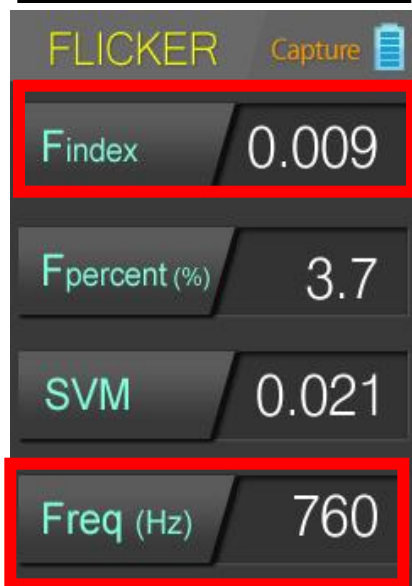


QXXX牌
功率：8W
售價：NT.2,450

國際標準
0.47



實測
0.009



PASS



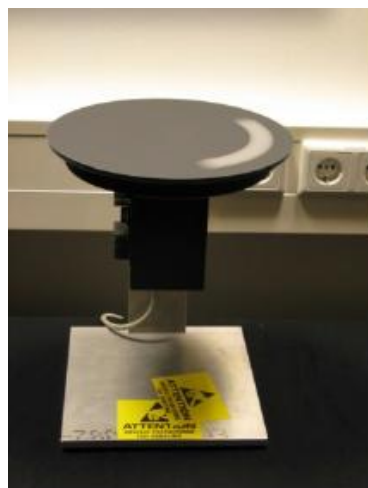
SVM (Stroboscopic Visibility Measure)

- 中譯：低頻閃控制技術與指標
- 推廣時間：2016年
- 推廣單位：PHILIPS & CIE & 美國能源局等組織共同合作研究
- 研究主題：針對 >80HZ 以上頻閃效應的影響，制定量測標準

$$SVM = \sqrt[3.7]{\sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{c_m}{s_m} \right)^{3.7}}$$

$\left\{ \begin{array}{ll} < 1 \text{ not visible} \\ = 1 \text{ just visible} \\ > 1 \text{ visible} \end{array} \right.$

Test :



SVM < 1



SVM > 1

▶ 頻閃效應 (Stroboscopic Effect)





案例分享- SVM

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同

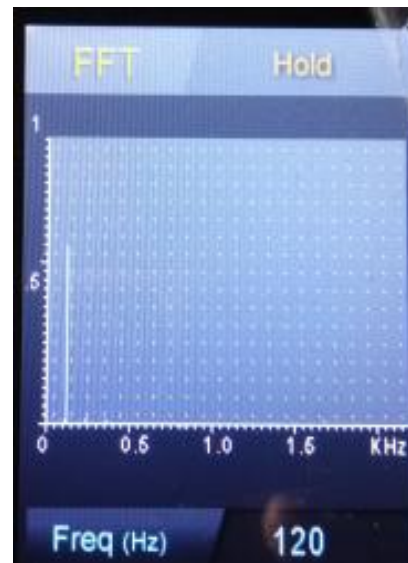
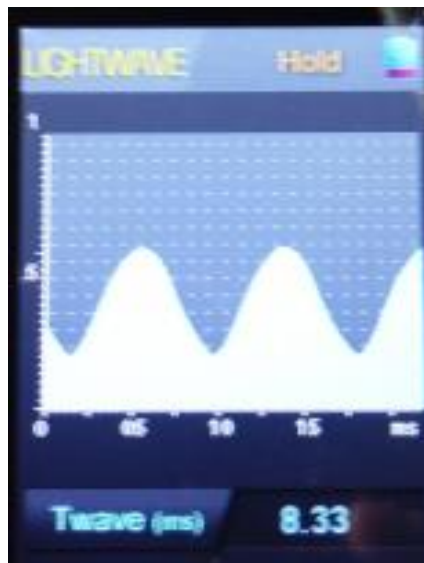


旭X牌
功率：13W
售價：NT.179

SVM
1

>

實測
1.717



可見
頻閃

案例分享- SVM

外表看起來都一樣，但是內容卻**大大**不同



QXXX牌
功率：8W
售價：NT.2,450



旭X牌
功率：13W
售價：NT.179

SVM 0.021

1.717

??燈頻閃嚴重性較小



SVM vs. Flicker差異

指標	發佈	公式定義	範圍
頻閃百分比 Percent Flicker	2010年	著重波形振幅相對值變化程度	0~100% 百分比愈大→頻閃嚴重
頻閃指數 Flicker Index	2013年	著重波形面積比變化程度	0~1 數值愈大→頻閃嚴重
低頻閃控制技術 與指標 SVM	2016年	波形進行傅立葉轉換（時域→頻域），並與人眼頻率結合計算的結果	SVM<1，不可見 SVM>1，可見 SVM=1，剛好可見



建議

1. 頻率 $\uparrow$, 頻閃風險 $\downarrow$



2. 頻率 $\uparrow$, 價格 $\uparrow$



Technical Support

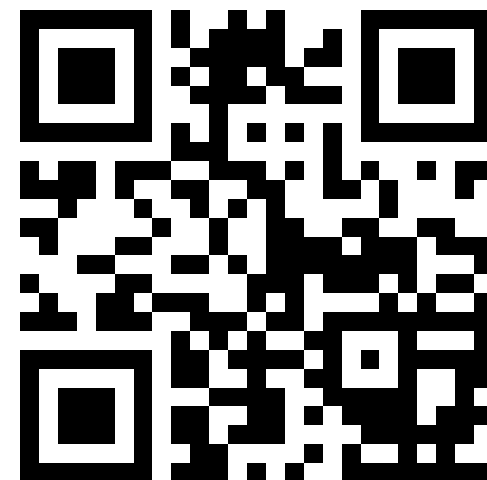
欲了解更多訊息，請加入關注UPRtek 的行列



UPRtek Corp FB



WeChat ID : UPRtek



www.uprtek.com

