

中華民國國家標準

C N S

照明光源與燈具之晝夜節律作用 因子 (CAF) 量測方法

Methods of measurement on circadian
rhythm action factor (CAF) for
lighting source and luminaire
(Draft standard)

CNS XXX:2020
XXX

中華民國 年 月 日制定公布
Date of Promulgation: - -

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目 錄

節次	頁次
前言	2
1. 一般	3
1.1 適用範圍	3
1.2 說明	3
2. 引用標準	3
3. 用語及定義	3
4. 發光光譜分佈之量測	4
4.1 量測環境與量測條件	4
4.2 量測設備	4
4.3 量測方法	4
5. 晝夜節律作用因子(CAF)之計算	4
6. 光源與燈具之 CAF 標示建議	5
附錄 A (規定) LED 光源與燈具之發光光譜分佈之量測法	6
附表 1 (參考)黑視素作用頻譜 $Smel(\lambda)$ 和視效函數(spectral luminous efficiency function, $V(\lambda)$)	9
參考資料	11

前言

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

1. 一般

1.1 適用範圍

本標準制定了發光二極體光源與燈具的晝夜節律作用因子(CAF)量測方法，光源與燈具的發光波長範圍介於 380 nm 到 780 nm 之間。

1.2 說明

光線進入人眼除了提供視覺功能也會影響人體晝夜節律、夜間褪黑激素分泌、心率、警覺性、腦電圖譜、體溫調解與瞳孔收縮等生理現象，此種光效應被稱為非視覺效應或稱非成像效應(NIF)。

評量光源的非視覺效應能力，除了需要量測光源的發光光譜分佈，也需要了解人眼的感光原理。2018 年 12 月 CIE 發佈 CIE S 026 標準，定義人眼中的五種感光細胞的作用頻譜，其中的黑視素作用頻譜($S_{mel}(\lambda)$: melanopic action spectrum)目前廣被採用作為非視覺效應的作用頻譜。

科學界提出一個評估光源與燈具晝夜節律刺激能力的品質參數，稱為晝夜節律作用因子(circadian action factor, CAF)，是光源光譜在黑視素作用頻譜上的權重與光源光譜在視效函數 $V(\lambda)$ 上的權重的比值，亦即光源光譜在每單位明視覺份量下，含有多少的非視覺份量。

為了使光源與燈具製造廠商在量測與標示健康燈具有所依據，同時提供消費者選購健康燈具的參考，本標準制定了晝夜節律作用因子(CAF)量測方法，並建議光源與燈具應該在產品外包裝上標示 CAF 數值。

2. 引用標準

下列標準受引用部分視為本標準內容之一部分。對於有標註日期者，僅所引用之版次適用，對於未標註日期者，則適用最新版次(包含所有增/修訂部分)。

CIE 121:1996 The photometry and goniophotometry of luminaires

CIE S025:2015 Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules

CIE S026:2018 CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light

3. 用語及定義

3.1 黑視素作用頻譜(melanopic action spectrum, $S_{mel}(\lambda)$)

人眼中含黑視素的感光細胞對入眼光譜的靈敏函數，波長範圍介於 380 nm 到 780 nm 之間，最大值為 1，位於波長峰值 490 nm 處。本標準採用 CIE S026:2018 所定義的黑視素作用頻譜，各波長對應的數值可參考本標準附表 1。

3.2 視效函數 (spectral luminous efficiency function, $V(\lambda)$)

人眼對不同波長光的平均視覺靈敏度，波長範圍介於 380 nm 到 780 nm 之間，也是 CIE 1931 色彩空間的標準顏色匹配函數之一， $\bar{y}(\lambda)$ 。各波長對應的數值可參考本標準附表 1。

3.3 發光光譜分布(spectral power distribution, $P(\lambda)$)，單位($\text{W} \cdot \text{nm}^{-1}$)

LED 光源與燈具之輻射功率對於發光波長的分布，亦即是 LED 光源與燈具之分光

輻射通量(spectral radiant flux)。

3.4 黑視素輻射通量(melanopic radiant flux, Φ_{mel})

LED 光源與燈具之發光光譜分布 $P(\lambda)$ 與黑視素作用頻譜 $S_{mel}(\lambda)$ 的乘積，積分波長範圍介於 380nm 到 780nm 之間。

3.5 明視覺輻射通量(photopic radiant flux, $\Phi_{e,v}$)

LED 光源與燈具之發光光譜分布與視效函數的乘積，積分波長範圍介於 380 nm 到 780 nm 之間。

3.6 晝夜節律作用因子(circadian action factor, CAF)

黑視素輻射通量與明視覺輻射通量的比值，以下列公式計算得到。

$$CAF = \int_{380nm}^{780nm} P(\lambda) S_{mel}(\lambda) d\lambda / \int_{380nm}^{780nm} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

4. 發光光譜分佈之量測

4.1 量測環境與量測條件

量測 LED 光源與燈具之發光光譜分布時的環境與量測條件要求，適用 CIE S025/E:2015, 4.2、4.3、4.4 之規定。包括 CIE S025/E:2015, 4.2 的環境溫度、環境氣流、待測樣品測試點溫度、待測樣品擺放位置，CIE S025/E:2015, 4.3 的電源供應條件與要求，CIE S025/E:2015, 4.4 對於待測樣品量測前的穩定狀態要求。

4.2 量測設備

使用積分球-分光輻射計系統(sphere-spectroradiometer)或測角光度計-分光輻射計系統(gonio-spectroradiometer)，量測 LED 光源與燈具之發光光譜分布。對量測設備的校正要求適用 CIE S025/E:2015, 4.5 之規定。

4.3 量測方法

參考附錄 A 的 LED 光源與燈具之發光光譜分佈之量測法，量測 LED 光源或燈具之空間平均(Spatially averaged)發光光譜分布 $P(\lambda)$ 。

5. 晝夜節律作用因子(CAF)之計算

CAF 定義為黑視素輻射通量與明視覺輻射通量的比值，以下列公式計算得到。

$$CAF = \int_{380nm}^{780nm} P(\lambda) S_{mel}(\lambda) d\lambda / \int_{380nm}^{780nm} P(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

其中， $P(\lambda)$ ：LED 光源與燈具之發光光譜分布，單位 W。

$S_{mel}(\lambda)$ ：黑視素作用頻譜 (melanopic action spectrum)，無單位。

$V(\lambda)$ ：視效函數 (spectral luminous efficiency function)，無單位。

備考 1. LED 光源與燈具之 CAF 值，代表 LED 光源與燈具對人體晝夜節律刺激能力的高低，CAF 值越高代表 LED 光源與燈具的晝夜節律刺激能力越高。

備考 2. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與 LED 光源與燈具之總輻射通量(total radiant flux)相乘，得到 LED 光源與燈具之總黑視素輻射通量(melanopic radiant flux)，單位 W。

備考 3. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與 LED 光源與燈具之輻射照度(irradiance) 相乘，得到 LED 光源與燈具之黑視素輻射照度(melanopic irradiance)，單位 $W \cdot m^{-2}$ 。

備考 4. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與 LED 光源與燈具之輻射亮度(radiance) 相乘，得到 LED 光源與燈具之黑視素輻射亮度(melanopic radiance)，單位 $W \cdot m^{-2} \cdot Sr^{-2}$ 。

備考 5. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與明視覺的最大光譜發光效率函數(The maximum spectral luminous efficiency function for photopic vision, $K_m=683.002 \text{ lm} \cdot W^{-1}$)相除，得到 CIE S026:2018 標準所定義的黑視素光輻射效能因子(Melanopic efficacy of luminous radiation, $K_{mel,v}$)，單位 $W \cdot lm^{-1}$ 。

備考 6. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與 1.218 相乘，得到 WELL Building Std. V1 所定義的黑視素照度比率(Melanopic Ratio, R=equivalent melanopic lux/photopic lux)。

備考 7. 將 LED 光源與燈具之 CAF 值，與其光通量相乘，再除以 0.906，得到 CIE S026:2018 標準所定義的黑視素等效晝光光通量(Melanopic equivalent daylight(D65) luminous flux)。

6. 光源與燈具之 CAF 標示建議

宣稱具有調節人體晝夜節律或改善生理時鐘、睡眠品質等各種生理效應的 LED 光源與燈具，應該在 LED 光源與燈具外包裝盒與使用說明書中，標示 CAF 測試值。

附錄 A

(規定)

LED 光源與燈具之發光光譜分佈之量測法

說明

LED 光源與燈具可選用積分球-分光輻射計系統或測角光度計-分光輻射計系統，量測其發光光譜分佈 $P(\lambda)$ 。

A.1 積分球-分光輻射計量測法

積分球-分光輻射計量測方法適合於量測 LED 光源與小型 LED 燈具，但待測樣品尺寸與積分球尺寸的比例應符合 CIE S025/E:2015, 4.5.2 之規定。當待測樣品安裝在球體的中心(4 兀幾何架構)時，待測樣品的總表面積不得超過積分球內表面面積的 2 %；當待測樣品安裝在球體的開口處(2 兀幾何架構)時，積分球開口直徑不應超過球體直徑的 1/3。

A.1.1 量測設備

參考 CIE S025/E:2015, 4.5.2 之規定，量測設備之要求重點如下

- (a) 積分球應配備輔助燈進行自吸收校正。
- (b) 內壁塗層之反射率大於 90 %。
- (c) 分光輻射計之光譜範圍應涵蓋 380 nm 至 780 nm，分光輻射計之掃描間隔波長不得超過 5 nm。
- (d) 分光輻射計之入口處光學需要符合餘弦補償響應指數 f_2 小於 15 %。

A.1.2 量測架構

建議使用 2 兀幾何架構量測 LED 光源與燈具之發光光譜分佈 $P(\lambda)$ ，圖 A.1 是 2 兀幾何架構示意圖。LED 光源或燈具裝設於積分球上之圓形開口，而光源或燈具之前緣應與開口之邊緣切齊(或光源或燈具之前緣可略微伸入開口內，以確保所有之光輻射可完全照射於球體內)。開口之邊緣與光源或燈具外緣間之縫隙，可利用 1 只蓋板(內側應為白色)加以覆蓋，則在一般照明環境之室內進行量測時，積分球可完全不受室內照明之影響。若無法對縫隙加以覆蓋，需使開口保持敞開時，則應在暗室(至少在開口周圍處)中進行量測，以避免外來光或反射光射入積分球內。將 LED 光源或燈具安裝於積分球上時，應留意支撐材料或結構物不得將 LED 光源或燈具所散發之熱傳導至積分球內。其它安裝 LED 光源或燈具之注意事項適用 CIE S025/E:2015, 5.3 之規定。

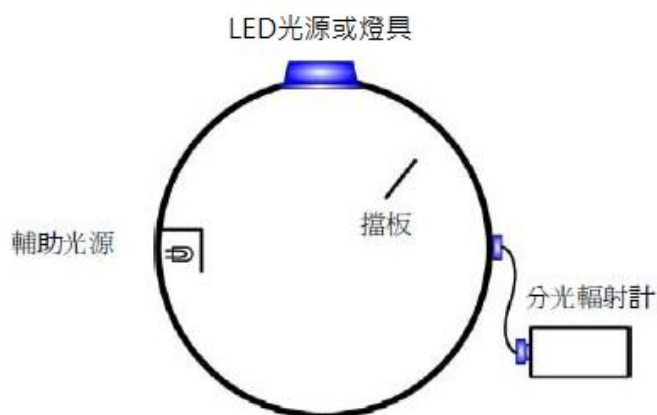


圖 A.1 以積分球-分光輻射計系統量測 LED 光源或燈具時之 2π 幾何架構

A.1.3 量測程序

- 供給待測 LED 光源或燈具額定之順向電流，並達到穩定狀態後，將光線導入分光輻射計的輸入口。
- 以分光輻射計之波長掃描整個待測 LED 光源或燈具之發光波長，並記錄對應掃描波長時之輻射功率讀值，得到發光光譜分布 $P(\lambda)$ (例如圖 A.2)。

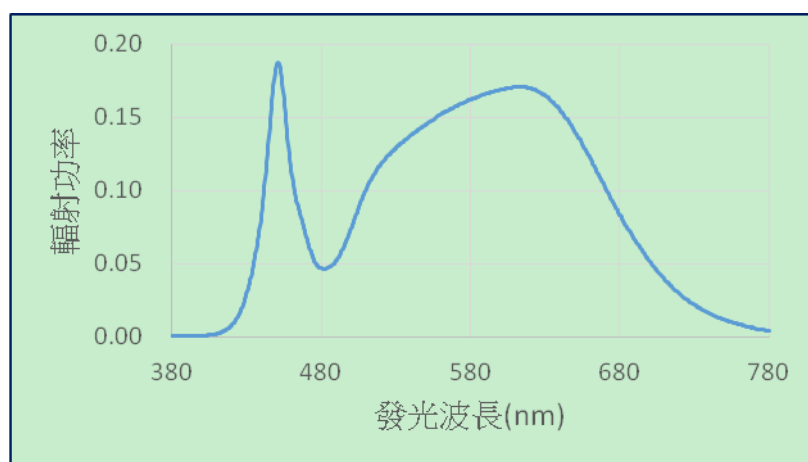


圖 A.2 發光光譜分布 $P(\lambda)$ 示意圖

A.2 測角光度計-分光輻射計量測法

測角光度計-分光輻射計量測方法適合於量測 LED 燈具，以光度分布計搭配分光輻射計量測 LED 光源或燈具在空間中各角度位置 (θ, φ) 之發光光譜分布 $P(\lambda)$ ，再以公式計算其空間平均 (Spatially averaged) 發光光譜分布 $P(\lambda)$ 。

A.2.1 量測設備

參考 CIE S025/E:2015, 4.5.3 之規定，量測設備之要求重點如下

- 旋轉臂 (position equipment) 之轉速應能對 LED 光源或燈具熱平衡之影響性最小，以降低室內之氣流可能對 LED 光源或燈具量測造成影響。

- (b) 採用 C 型光度分布計，對於光度分布計在量測方面之建議，參照 CIE 121。
- (c) 量測距離由待測 LED 光源或燈具的發光光型決定。光束角 $\geq 90^\circ$ 時，量測距離 $\geq 5 \times D$ ， D 為待測樣品發光區尺寸。光束角 $\geq 60^\circ$ 時，量測距離 $\geq 10 \times D$ 。其它光束角，量測距離 $\geq 15 \times D$ 。
- (d) 分光輻射計之光譜範圍應涵蓋 380 nm 至 780 nm，分光輻射計之掃描間隔波長不得超過 5 nm。
- (e) 分光輻射計之入口處光學需要符合餘弦補償響應指數 f_2 小於 15 %。

A.2.2 量測架構

圖 A.3 是測角光度計-分光輻射計量測之幾何架構(圖中僅顯示 LED 光源或燈具朝正下方照射之情況)。

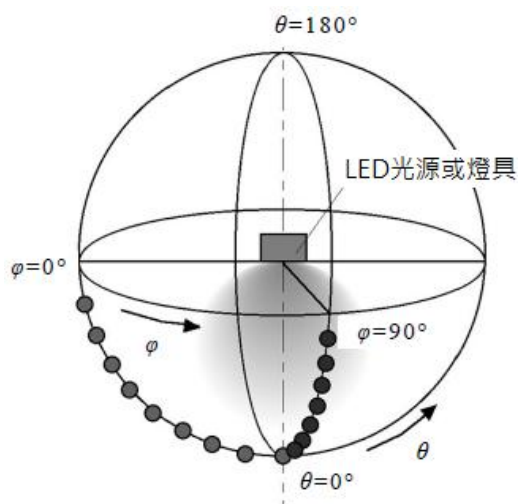


圖 A.3 以測角光度計-分光輻射計系統量測 LED 光源或燈具時之幾何架構

A.2.3 量測程序

- (a) 將待測 LED 光源或燈具安裝於測角光度計上，使 LED 光源或燈具的光學中心處於測角光度計之旋轉中心。
- (b) 供給待測 LED 光源或燈具額定之順向電流，並達到到穩定狀態後，依測角光度計-分光輻射計系統量測步驟，依序量測 LED 光源或燈具在空間中各角度位置 (θ, φ) 之發光光譜分布 $P(\lambda, \theta, \varphi)$ 。
- (c) 使用以下公式計算空間平均(Spatially averaged)發光光譜分布 $P(\lambda)$

$$p(\lambda) = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi p_i(\lambda, \theta, \varphi) \sin\theta_i d\theta d\varphi$$

附表 1

(參考)

黑視素作用頻譜 $S_{mel}(\lambda)$ 和視效函數 (spectral luminous efficiency function, $V(\lambda)$)

$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$
380	9.18E-04	3.90E-05	481	9.72E-01	1.45E-01	581	2.48E-02	8.60E-01	681	8.93E-06	1.59E-02
381	1.05E-03	4.30E-05	482	9.78E-01	1.50E-01	582	2.29E-02	8.49E-01	682	8.33E-06	1.48E-02
382	1.18E-03	4.69E-05	483	9.83E-01	1.57E-01	583	2.11E-02	8.38E-01	683	7.76E-06	1.38E-02
383	1.32E-03	5.20E-05	484	9.87E-01	1.63E-01	584	1.94E-02	8.28E-01	684	7.24E-06	1.28E-02
384	1.48E-03	5.72E-05	485	9.91E-01	1.69E-01	585	1.79E-02	8.16E-01	685	6.75E-06	1.20E-02
385	1.67E-03	6.48E-05	486	9.93E-01	1.76E-01	586	1.65E-02	8.05E-01	686	6.30E-06	1.11E-02
386	1.88E-03	7.23E-05	487	9.96E-01	1.84E-01	587	1.51E-02	7.93E-01	687	5.88E-06	1.03E-02
387	2.13E-03	8.29E-05	488	9.98E-01	1.91E-01	588	1.39E-02	7.81E-01	688	5.49E-06	9.53E-03
388	2.41E-03	9.35E-05	489	9.99E-01	2.00E-01	589	1.28E-02	7.69E-01	689	5.13E-06	8.87E-03
389	2.74E-03	1.07E-04	490	1.00E+00	2.08E-01	590	1.18E-02	7.57E-01	690	4.79E-06	8.21E-03
390	3.09E-03	1.20E-04	491	1.00E+00	2.17E-01	591	1.08E-02	7.45E-01	691	4.47E-06	7.65E-03
391	3.51E-03	1.36E-04	492	9.98E-01	2.27E-01	592	9.97E-03	7.32E-01	692	4.18E-06	7.09E-03
392	3.99E-03	1.51E-04	493	9.97E-01	2.37E-01	593	9.16E-03	7.20E-01	693	3.90E-06	6.61E-03
393	4.55E-03	1.72E-04	494	9.94E-01	2.47E-01	594	8.41E-03	7.08E-01	694	3.65E-06	6.14E-03
394	5.18E-03	1.92E-04	495	9.92E-01	2.59E-01	595	7.73E-03	6.95E-01	695	3.41E-06	5.74E-03
395	5.88E-03	2.19E-04	496	9.89E-01	2.70E-01	596	7.11E-03	6.82E-01	696	3.19E-06	5.34E-03
396	6.69E-03	2.47E-04	497	9.84E-01	2.83E-01	597	6.53E-03	6.69E-01	697	2.98E-06	5.01E-03
397	7.65E-03	2.83E-04	498	9.79E-01	2.95E-01	598	6.00E-03	6.57E-01	698	2.79E-06	4.68E-03
398	8.76E-03	3.19E-04	499	9.72E-01	3.09E-01	599	5.51E-03	6.44E-01	699	2.61E-06	4.39E-03
399	1.00E-02	3.57E-04	500	9.66E-01	3.23E-01	600	5.07E-03	6.31E-01	700	2.44E-06	4.10E-03
400	1.14E-02	3.96E-04	501	9.59E-01	3.39E-01	601	4.66E-03	6.18E-01	701	2.28E-06	3.85E-03
401	1.31E-02	4.35E-04	502	9.51E-01	3.55E-01	602	4.28E-03	6.05E-01	702	2.14E-06	3.59E-03
402	1.50E-02	4.73E-04	503	9.42E-01	3.72E-01	603	3.93E-03	5.92E-01	703	2.00E-06	3.36E-03
403	1.73E-02	5.23E-04	504	9.32E-01	3.89E-01	604	3.61E-03	5.80E-01	704	1.87E-06	3.13E-03
404	1.99E-02	5.72E-04	505	9.22E-01	4.07E-01	605	3.32E-03	5.67E-01	705	1.75E-06	2.94E-03
405	2.28E-02	6.48E-04	506	9.12E-01	4.26E-01	606	3.05E-03	5.54E-01	706	1.64E-06	2.74E-03
406	2.63E-02	7.25E-04	507	9.01E-01	4.45E-01	607	2.80E-03	5.41E-01	707	1.54E-06	2.57E-03
407	3.06E-02	8.33E-04	508	8.89E-01	4.63E-01	608	2.58E-03	5.28E-01	708	1.44E-06	2.39E-03
408	3.55E-02	9.41E-04	509	8.76E-01	4.83E-01	609	2.37E-03	5.16E-01	709	1.35E-06	2.24E-03
409	4.07E-02	1.08E-03	510	8.63E-01	5.03E-01	610	2.18E-03	5.03E-01	710	1.27E-06	2.09E-03
410	4.62E-02	1.21E-03	511	8.49E-01	5.24E-01	611	2.00E-03	4.91E-01	711	1.19E-06	1.96E-03
411	5.18E-02	1.37E-03	512	8.34E-01	5.45E-01	612	1.84E-03	4.78E-01	712	1.11E-06	1.82E-03
412	5.78E-02	1.53E-03	513	8.18E-01	5.66E-01	613	1.69E-03	4.66E-01	713	1.04E-06	1.71E-03
413	6.43E-02	1.73E-03	514	8.02E-01	5.87E-01	614	1.56E-03	4.53E-01	714	9.78E-07	1.59E-03
414	7.15E-02	1.94E-03	515	7.85E-01	6.08E-01	615	1.43E-03	4.41E-01	715	9.18E-07	1.49E-03
415	7.95E-02	2.20E-03	516	7.69E-01	6.29E-01	616	1.32E-03	4.29E-01	716	8.62E-07	1.38E-03
416	8.92E-02	2.45E-03	517	7.52E-01	6.50E-01	617	1.21E-03	4.17E-01	717	8.09E-07	1.29E-03
417	1.01E-01	2.79E-03	518	7.35E-01	6.71E-01	618	1.12E-03	4.05E-01	718	7.59E-07	1.20E-03
418	1.13E-01	3.12E-03	519	7.17E-01	6.90E-01	619	1.03E-03	3.93E-01	719	7.12E-07	1.13E-03
419	1.26E-01	3.56E-03	520	7.00E-01	7.10E-01	620	9.47E-04	3.81E-01	720	6.69E-07	1.05E-03
420	1.37E-01	4.00E-03	521	6.82E-01	7.28E-01	621	8.73E-04	3.69E-01	721	6.28E-07	9.79E-04
421	1.47E-01	4.58E-03	522	6.64E-01	7.45E-01	622	8.04E-04	3.57E-01	722	5.90E-07	9.11E-04

$\lambda(\text{nm})$	$S_{\text{mel}}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{\text{mel}}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{\text{mel}}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{\text{mel}}(\lambda)$	$V(\lambda)$
422	1.57E-01	5.16E-03	523	6.46E-01	7.62E-01	623	7.40E-04	3.45E-01	723	5.54E-07	8.52E-04
423	1.66E-01	5.85E-03	524	6.28E-01	7.78E-01	624	6.81E-04	3.33E-01	724	5.21E-07	7.93E-04
424	1.76E-01	6.55E-03	525	6.09E-01	7.93E-01	625	6.28E-04	3.21E-01	725	4.90E-07	7.42E-04
425	1.87E-01	7.32E-03	526	5.91E-01	8.08E-01	626	5.79E-04	3.09E-01	726	4.60E-07	6.90E-04
426	1.99E-01	8.09E-03	527	5.73E-01	8.22E-01	627	5.33E-04	2.98E-01	727	4.33E-07	6.45E-04
427	2.12E-01	8.93E-03	528	5.55E-01	8.36E-01	628	4.91E-04	2.87E-01	728	4.07E-07	6.00E-04
428	2.26E-01	9.77E-03	529	5.37E-01	8.49E-01	629	4.53E-04	2.76E-01	729	3.82E-07	5.60E-04
429	2.40E-01	1.07E-02	530	5.19E-01	8.62E-01	630	4.18E-04	2.65E-01	730	3.60E-07	5.20E-04
430	2.54E-01	1.16E-02	531	5.02E-01	8.73E-01	631	3.86E-04	2.55E-01	731	3.39E-07	4.85E-04
431	2.67E-01	1.26E-02	532	4.84E-01	8.85E-01	632	3.56E-04	2.45E-01	732	3.18E-07	4.50E-04
432	2.80E-01	1.36E-02	533	4.67E-01	8.95E-01	633	3.28E-04	2.35E-01	733	3.00E-07	4.19E-04
433	2.93E-01	1.46E-02	534	4.49E-01	9.05E-01	634	3.03E-04	2.26E-01	734	2.82E-07	3.89E-04
434	3.07E-01	1.57E-02	535	4.33E-01	9.15E-01	635	2.80E-04	2.17E-01	735	2.65E-07	3.62E-04
435	3.21E-01	1.69E-02	536	4.16E-01	9.24E-01	636	2.59E-04	2.08E-01	736	2.50E-07	3.35E-04
436	3.36E-01	1.80E-02	537	3.99E-01	9.32E-01	637	2.39E-04	2.00E-01	737	2.35E-07	3.12E-04
437	3.52E-01	1.92E-02	538	3.83E-01	9.40E-01	638	2.21E-04	1.91E-01	738	2.22E-07	2.89E-04
438	3.69E-01	2.05E-02	539	3.67E-01	9.47E-01	639	2.04E-04	1.83E-01	739	2.09E-07	2.69E-04
439	3.86E-01	2.17E-02	540	3.52E-01	9.54E-01	640	1.88E-04	1.75E-01	740	1.97E-07	2.49E-04
440	4.02E-01	2.30E-02	541	3.37E-01	9.60E-01	641	1.74E-04	1.67E-01	741	1.85E-07	2.32E-04
441	4.16E-01	2.43E-02	542	3.22E-01	9.66E-01	642	1.61E-04	1.60E-01	742	1.75E-07	2.15E-04
442	4.31E-01	2.56E-02	543	3.07E-01	9.71E-01	643	1.49E-04	1.52E-01	743	1.65E-07	2.00E-04
443	4.45E-01	2.70E-02	544	2.93E-01	9.76E-01	644	1.38E-04	1.45E-01	744	1.55E-07	1.85E-04
444	4.59E-01	2.84E-02	545	2.79E-01	9.80E-01	645	1.27E-04	1.38E-01	745	1.46E-07	1.72E-04
445	4.74E-01	2.98E-02	546	2.66E-01	9.84E-01	646	1.18E-04	1.32E-01	746	1.38E-07	1.60E-04
446	4.90E-01	3.13E-02	547	2.53E-01	9.87E-01	647	1.09E-04	1.25E-01	747	1.30E-07	1.49E-04
447	5.06E-01	3.29E-02	548	2.40E-01	9.90E-01	648	1.01E-04	1.19E-01	748	1.23E-07	1.38E-04
448	5.22E-01	3.45E-02	549	2.28E-01	9.93E-01	649	9.34E-05	1.13E-01	749	1.16E-07	1.29E-04
449	5.38E-01	3.63E-02	550	2.16E-01	9.95E-01	650	8.66E-05	1.07E-01	750	1.09E-07	1.20E-04
450	5.54E-01	3.80E-02	551	2.04E-01	9.97E-01	651	8.02E-05	1.02E-01	751	1.03E-07	1.12E-04
451	5.69E-01	3.99E-02	552	1.93E-01	9.98E-01	652	7.43E-05	9.62E-02	752	9.74E-08	1.04E-04
452	5.84E-01	4.18E-02	553	1.82E-01	9.99E-01	653	6.89E-05	9.12E-02	753	9.19E-08	9.76E-05
453	5.99E-01	4.38E-02	554	1.72E-01	1.00E+00	654	6.38E-05	8.63E-02	754	8.68E-08	9.08E-05
454	6.14E-01	4.58E-02	555	1.62E-01	1.00E+00	655	5.92E-05	8.17E-02	755	8.20E-08	8.50E-05
455	6.30E-01	4.80E-02	556	1.53E-01	1.00E+00	656	5.49E-05	7.71E-02	756	7.74E-08	7.91E-05
456	6.45E-01	5.02E-02	557	1.43E-01	9.99E-01	657	5.09E-05	7.29E-02	757	7.31E-08	7.40E-05
457	6.61E-01	5.26E-02	558	1.35E-01	9.98E-01	658	4.72E-05	6.87E-02	758	6.91E-08	6.89E-05
458	6.77E-01	5.50E-02	559	1.26E-01	9.97E-01	659	4.38E-05	6.49E-02	759	6.53E-08	6.45E-05
459	6.92E-01	5.75E-02	560	1.19E-01	9.95E-01	660	4.07E-05	6.10E-02	760	6.17E-08	6.00E-05
460	7.08E-01	6.00E-02	561	1.11E-01	9.92E-01	661	3.78E-05	5.75E-02	761	5.83E-08	5.61E-05
461	7.24E-01	6.26E-02	562	1.04E-01	9.90E-01	662	3.51E-05	5.40E-02	762	5.51E-08	5.22E-05
462	7.39E-01	6.53E-02	563	9.69E-02	9.86E-01	663	3.26E-05	5.08E-02	763	5.21E-08	4.88E-05
463	7.55E-01	6.81E-02	564	9.04E-02	9.83E-01	664	3.03E-05	4.76E-02	764	4.93E-08	4.54E-05
464	7.70E-01	7.09E-02	565	8.43E-02	9.78E-01	665	2.81E-05	4.47E-02	765	4.66E-08	4.25E-05
465	7.85E-01	7.40E-02	566	7.86E-02	9.74E-01	666	2.62E-05	4.18E-02	766	4.41E-08	3.96E-05
466	8.01E-01	7.70E-02	567	7.32E-02	9.69E-01	667	2.43E-05	3.92E-02	767	4.17E-08	3.70E-05
467	8.16E-01	8.03E-02	568	6.80E-02	9.64E-01	668	2.26E-05	3.66E-02	768	3.94E-08	3.44E-05
468	8.32E-01	8.37E-02	569	6.32E-02	9.58E-01	669	2.10E-05	3.43E-02	769	3.73E-08	3.22E-05

$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$	$\lambda(\text{nm})$	$S_{mel}(\lambda)$	$V(\lambda)$
469	8.47E-01	8.73E-02	570	5.87E-02	9.52E-01	670	1.96E-05	3.20E-02	770	3.53E-08	3.00E-05
470	8.60E-01	9.10E-02	571	5.45E-02	9.45E-01	671	1.82E-05	3.00E-02	771	3.34E-08	2.81E-05
471	8.73E-01	9.50E-02	572	5.05E-02	9.39E-01	672	1.69E-05	2.81E-02	772	3.17E-08	2.61E-05
472	8.85E-01	9.90E-02	573	4.67E-02	9.31E-01	673	1.57E-05	2.64E-02	773	3.00E-08	2.44E-05
473	8.96E-01	1.03E-01	574	4.32E-02	9.23E-01	674	1.47E-05	2.47E-02	774	2.84E-08	2.27E-05
474	9.07E-01	1.08E-01	575	4.00E-02	9.15E-01	675	1.36E-05	2.33E-02	775	2.69E-08	2.13E-05
475	9.18E-01	1.13E-01	576	3.70E-02	9.07E-01	676	1.27E-05	2.18E-02	776	2.55E-08	1.98E-05
476	9.28E-01	1.18E-01	577	3.42E-02	8.98E-01	677	1.18E-05	2.05E-02	777	2.42E-08	1.85E-05
477	9.39E-01	1.23E-01	578	3.16E-02	8.89E-01	678	1.10E-05	1.93E-02	778	2.29E-08	1.72E-05
478	9.49E-01	1.28E-01	579	2.91E-02	8.80E-01	679	1.03E-05	1.81E-02	779	2.17E-08	1.61E-05
479	9.58E-01	1.34E-01	580	2.69E-02	8.70E-01	680	9.58E-06	1.70E-02	780	2.05E-08	1.50E-05
480	9.66E-01	1.39E-01									

參考資料

[1] LED 照明相關用語及定義彙編

[2] WELL Building Std. V1

<https://standard.wellcertified.com/light/circadian-lighting-design>

編修說明：1.本國家標準草案建議案號為 CNS 建-制 1080948，草案編號為 CNS 草-制 1090081。

2.本國家標準草案由本局依 CNS 3689「國家標準草案構成及格式指引」進行格式編排，並酌修文字，俾維持內容一致性。

3.依國家標準制定辦法辦理徵求意見，敬請 惠賜卓見。