

教室場所健康照明技術規範 (草案)

起草單位：台灣LED照明產業聯盟(TLLIA)

台灣區照明燈具輸出業同業公會(TLFEA)

台灣光電暨化合物半導體產業協會(TOSIA)

目錄	
前言.....	3
1.適用範圍.....	4
2.引用標準.....	4
3.用語及定義.....	4
4.教室照明設計準則.....	6
5.教室照明光環境品質要求.....	11
6.查驗程序.....	12
附表 1(參考)黑視素作用頻譜 $Smel(\lambda)$ 和視效函數 (spectral luminous efficiency function, $V(\lambda)$)	14
參考資料.....	16

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. 適用範圍

本標準適用於教室學習場所，提供舒適地、安全地及有效地進行視覺作業之照明需求說明，包含：教室照明設計準則、燈具規格、教室照明光環境品質要求和查驗程序。本標準可作為相關單位建置教室學習場域照明光環境之參考依據。

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)。

CNS 5065-77 照度測定法

CNS 12112 室內工作場所照明

CNS 14335 燈具安全通則

CNS 15603-1 燈具性能 - 第 1 部：一般性要求

CNS 15592 光源及光源系統之光生物安全性

CNS 16168 照明光源與燈具之晝夜節律作用因子(CAF)量測法

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

CIE 117:1995 Discomfort glare in interior lighting.

CIE TN006:2016 Visual Aspects of Time-Modulated Lighting Systems-Definitions and Measurement Models.

CIE S 026/E:2018 CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light.

IEC 61000-3-3 Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection

3. 用語及定義：

3.1 教室場所

參考 CNS12112 表 5 第 28 項教育建築類別，將教室場所分為 3 類(1)一般教室(2)活動教室(3)美術或製圖教室。

一般教室：CNS12112 推薦照度 500 lux 之教室場所

活動教室：CNS12112 推薦照度 $\geq \leq$ 300 lux 之教室場所

美術教室：CNS12112 推薦照度 750 lux 之教室場所

3.2 晝夜節律光(Circadian Light)

人類眼睛中自主感光視網膜神經節細胞 (intrinsically photosensitive retinal ganglion cells, ipRGCs)的黑視素(melanopsin)對光的響應稱為 melanopic。黑視素藉由光響應

調節人體晝夜節律，屬於非視覺效應。CIE S 026/E:2018 定義了黑視素光響應頻譜 $S_{mel}(\lambda)$ ，稱為黑視素作用頻譜(melanopic action spectrum)。晝夜節律光是入眼光譜與黑視素光響應頻譜 $S_{mel}(\lambda)$ 的相乘積。

3.3 非視覺等效日光晝光(D65)照度 M-EDI(melanopic- equivalent daylight illuminance, lux) 某光源能產生與日光晝光(D65)相同非視覺效應時，此時 D65 的照度值稱為該光源的 M-EDI，可用來衡量照明光源的晝夜節律光，依下列公式[註 1]計算得到

$$M-EDI = 1.104 \times CAF \times E_v^{DUT} \text{ 入眼照度}$$

其中，

CAF 為 CNS 16168 定義的光源的晝夜節律作用因子， E_v^{DUT} 入眼照度為人眼受光面的照度。

註1：依 CIE S 026/E:2018 定義，晝光D65之節律視效效能(Efficacy of Luminous Radiation) $K_{mel,v}^{D65}$ ，定義如下：

$$K_{mel,v}^{D65} \equiv \frac{E_{mel}^{D65}}{E_v^{D65}} = \frac{\int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P_{D65}(\lambda) \cdot S_{mel}(\lambda) \cdot d\lambda}{0.683 \frac{\text{lm}}{\text{mW}} \int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P_{D65}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} = 1.3262 \text{ mW/lm}$$

其中 $P_{D65}(\lambda)$ 代表自然晝光D65光源光譜， $S_{mel}(\lambda)$ 為黑視素作用頻譜、 $V(\lambda)$ 為視效函數。在考慮具有與D65晝光相同的節律視覺效應 E_{mel}^{DUT} 條件下，

$$E_{mel}^{DUT} = E_{mel}^{D65} \Rightarrow E_v^{DUT} \cdot K_{mel,v}^{DUT} = E_v^{D65} \cdot K_{mel,v}^{D65}$$

E_v^{D65} 即為 M-EDI， E_v^{DUT} 為入眼照度。

$$\begin{aligned} M-EDI = E_v^{D65} &= \frac{1}{K_{mel,v}^{D65}} \times K_{mel,v}^{DUT} \times E_v^{DUT} \\ &= \frac{1}{K_{mel,v}^{D65}} \times \frac{\int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P(\lambda) \cdot S_{mel}(\lambda) \cdot d\lambda}{\frac{683}{1000} \cdot \int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \times E_v^{DUT} \\ &= \frac{1000}{683} \times \frac{\int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P(\lambda) \cdot S_{mel}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380\text{ nm}}^{780\text{ nm}} P(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \times E_v^{DUT} \\ &= 1.1040 \times CAF \times E_v^{DUT} \end{aligned}$$

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

光源之發光光譜分布 $P(\lambda)$ 與黑視素作用頻譜 $S_{mel}(\lambda)$ 的乘積對光源 $P(\lambda)$ 與視效函數 $V(\lambda)$ 的乘積的比值，以下列公式計算得到。

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

3.5 照明用電密度(Lighting Power Density, LPD) W/m²

照明區域內之照明燈具功率的總和與照明區域面積的比值

4. 教室照明設計準則

4.1 教室光環境

光健康的發展成為全球的趨勢，隨著 LED 照明技術在能效和光品質方面的精進長，現階國際照明相關標準組織針對醫療、辦公室及教育場域發展健康照明標準，為健康照明光環境的營造提供科學可靠的依據。健康照明注意以下四項：

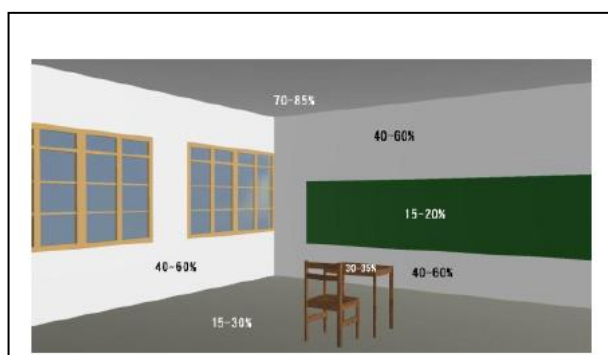
- (1) 照明系統：以人為本的照明，滿足國家要求之照度及均勻度，針對不同場合在正確的時間提供合適的光，具備視覺舒適度及安全性，提升注意力，認知能力及情緒等身心理健康的福祉。
- (2) 燈具選用：高效率、低眩光，低閃爍低頻閃，光生物安全與藍光風險低，燈具發光表面均勻且柔和，目前可調光及或調色溫已逐漸為市場採用。
- (3) 控制：感測器搭配智慧控制，光感測及人員感測開關連結調光功能
- (4) 光健康：依循太陽光照模式，日間提供充足且均勻的照度、光譜全，可以智慧調控光色及照度，夜間降低照度與色溫，呈現動態的照明系統。

教室光環境與學生的視力保健和學習效率息息相關，近年來科學已經證實光環境也會影響人體情緒以及晝夜節律，因此教室光環境應整體考量照度、照度均勻度、入眼輝度、色溫、演色性，也應該滿足光生物安全(藍光風險)、眩光、閃爍/頻閃及晝夜節律光要求等，邁向光健康的目標。另外，針對現代教室多媒體教學及多功能教室，提供可因人、因時、因事調控照明參數的智慧照明系統，也是教室健康光環境的趨勢。

教室光環境品質一般使用光學軟體，依燈具規格、安裝位置、教室空間尺寸等參數進行模擬。光環境模擬時，教室空間內常見物件反射率範圍如表 1 所示，基於模擬準則一致性，分別取平均值為模擬參考值，天花板 77.5%、牆壁 50%、桌面 32.5%、地面 22.5%、黑板 17.5%、書寫白板 17%。模擬時也可依據安裝教室的實際狀況修正此反射率。表 1 為教室內不同材質反射率參考值，圖 1 為教室內不同材質反射率示意圖。

表 1 教室內不同材質反射率模擬參考值

部位	天花	牆壁	桌面	地面	黑板	書寫白板
反射率	70-85%	40-60%	30-35%	15-30%	15-20%	10-20%
建議反射率	77.5%	50%	32.5%	22.5%	17.5%	15%



(模擬時)						
-------	--	--	--	--	--	--

圖 1 教室內不同材質反射率示意圖

4.2 燈具規格

本規格適用於黑板燈及其他教室燈，燈具類型適用於吊掛式及嵌入式

4.2.1 燈具安全要求

符合 CNS14335 燈具安全通則。

4.2.2 燈具性能要求

符合 CNS15603-1 一般性要求。

4.2.3 燈具發光效率

符合室內節能燈具能源效率基準， $>100 \text{ Lm/W}$ 。

4.2.4 燈具色溫

採用色溫介於 $4000 \sim 5700\text{K}$ 之間。

燈具間光色準確度 $\leq 4\text{X-SCDM}$

4.2.5 演色性

一般教室 $R_a \geq 80$ 且 $R_9 \geq 0$ ，美術室 $R_a \geq 90$ 且 $R_9 \geq 50$

4.2.6 光生物安全

符合 CNS15592 無風險等級

4.2.7 燈具輝度限制(圖 2)

課桌燈具的視野水平仰角與輝度限制值參考表 2 所列建議值

表 2 燈具角度、視野角度與輝度限制值

燈具 γ 角	視野仰角	輝度限制值 cd/m^2
45°	45°	7000
55°	35°	3260
65°	25°	2000
75°	15°	2000
85°	5°	2000

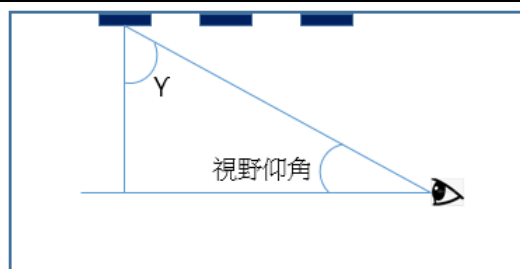


圖 2 燈具角度與視野角度

4.2.8 閃爍

燈具光輸出閃爍指數(flicker index, FI) ≤ 0.02 ，閃爍百分比(percent flicker, PF) $\leq 2\%$

4.3 燈具安裝位置

教室燈具分為課桌燈具和黑板燈具其安裝位置參考以下建議。

4.3.1 課桌燈具安裝(圖 3)

燈具長軸需與黑板面垂直

燈具下緣離地面高度介於 2.4-2.7m 之間

如有安裝風扇，風扇的轉動不得造成照明閃爍感知現象

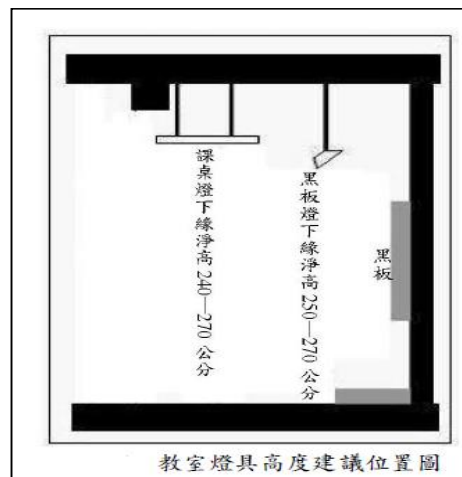


圖 3 課桌燈具安裝幾何尺寸建議

4.3.2 黑板燈具安裝(圖 4)

黑板燈長軸與黑板平行排列

黑板燈下緣離地面高度介於 2.53-2.78m

黑板燈離黑板距離介於 0.75-1.2m

黑板燈投射角度可旋轉調整

老師視野基準高度 1.55m，水平往上 45 度視野內，不要有黑板燈光源

黑板上無黑板燈的反射眩光

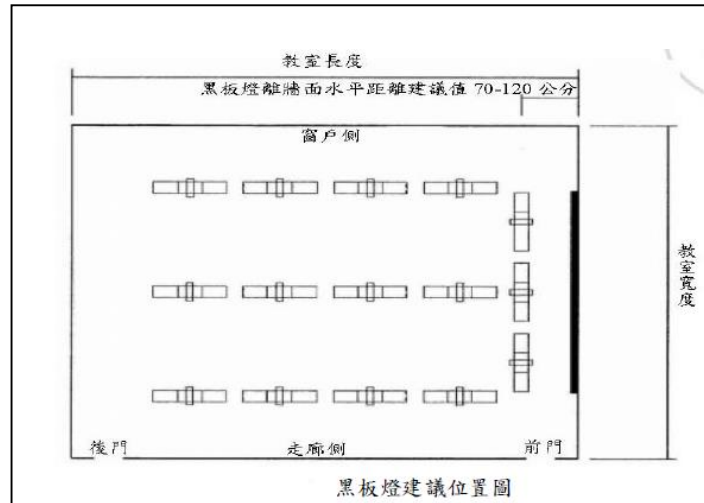


圖 4 黑板燈具安裝幾何尺寸建議

4.4 燈具迴路與照明控制

本標準提出 5 種燈具迴路設計方案，可依教室使用需求，選用適合的燈具迴路與控制模式

- (1) 傳統模式之配置方式(5 個迴路)(圖 5):小班教學可以將最後一排之燈具迴路關閉 (Se)，若班級需使用投影機及簡報上課時，也可把 Sa 及 Sb 迴路關閉。

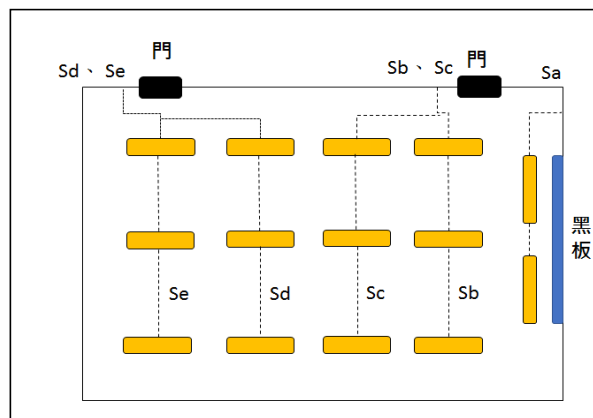


圖 5 燈具迴路建議方案 1 (5 個迴路)

- (2) 完全彈性調整模式(圖 6):黑板燈為同一個迴路，其它燈具皆為獨立開關，當晝光充足時，可彈性關閉靠窗燈具(Sd、Sg、Sj、Sn)。當人數少或小班教學時，可關閉最後一排燈具(Sk、Sm、Sn)。當使用投影機教學時，可關閉黑板燈及前排燈(Sa、Sb、Sc、Sd)。可依使用需求自由調整照明模式。

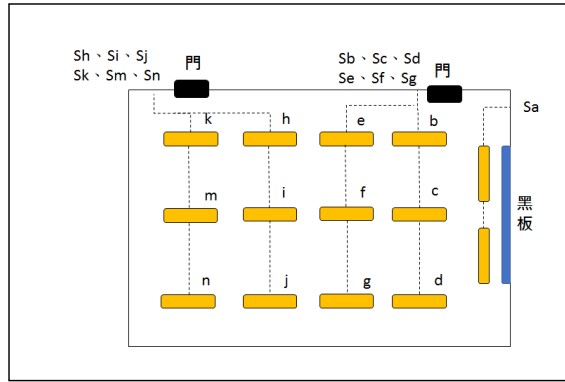


圖 6 燈具迴路建議方案 2 (完全獨立)

- (3) 配合晝光控制模式(6 個迴路)(圖 7):小班教學可將最後一排迴路關閉(Sf)。若使用投影機上課，可關閉黑板燈及第一排迴路(Sa 及 Sb)。若晝光充足，可彈性關閉靠窗迴路(Se 或 Sc)。

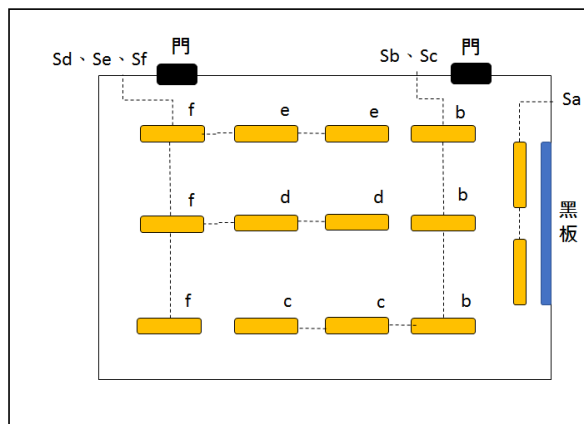


圖 7 燈具迴路建議方案 3 (6 個迴路)

- (4) 配合晝光控制模式(8 個迴路)(圖 8): 小班教學可將最後一排迴路關閉(Sh 及 Se)。若使用投影機上課，可關閉黑板燈及第一排迴路(Sa、Sb、Sc)。若晝光充足，可彈性關閉靠窗迴路(Sc、Sd、Se)。

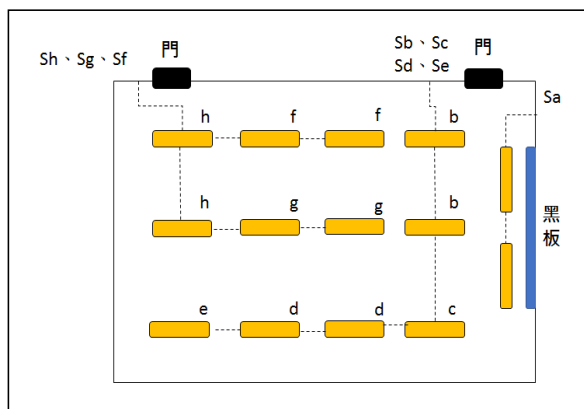


圖 8 燈具迴路建議方案 4 (8 個迴路)

- (5) 配合晝光控制之模式(7 個迴路)(圖 9):使用投影機上課時，可關閉 Sa、Sb、

Sc、Sd。若晝光充足，可彈性關閉靠窗迴路(Sd、Sg)。

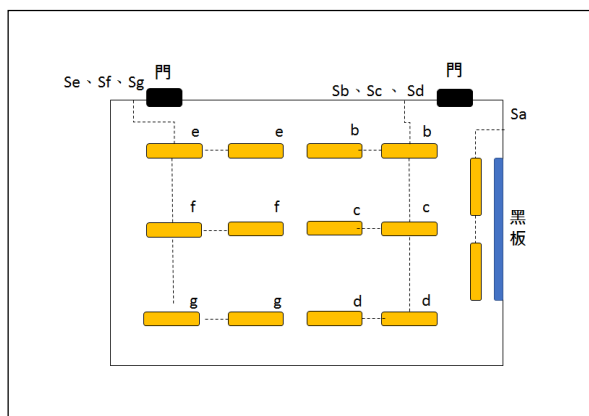


圖 9 燈具迴路建議方案 5(7 個迴路)

智慧照明系統: 物聯網時代，照明科技有極大的轉變，智慧照明以人為本，具備因人、因時、因事調控照明參數，針對現代教室多媒體教學及多功能教室提供人性化且彈性的照明系統，也是照明市場最新的趨勢。

4.5 維護係數(maintenance factor)

照明裝置在使用一年後，在規定表面上的平均照度，與該裝置在相同條件下，新裝時在規定表面上所得到的平均照度之比。教室照明之維護係數應 ≥ 0.9 。

4.6 照明用電密度(lighting power density ; LPD)

$$LPD \leq 10W/m^2$$

教室照明設計應考慮儘量節約用電，除採用高發光效率照明燈具外，可依自然光變化時序採用自動或手動方式調光，達到兼顧視覺照度與節約用電目的。

4.7 其他教室照明設計考量

- (1) 因應時代潮流與教學模式改變，數位教學設備，如電子白板、觸控螢幕、投影機等，教室需考慮具有調光功能的燈具。
- (2) 教室配電不良或不足會造成照明不舒適的情形，例如電壓不足或電壓不穩定造成的閃爍，教室照明設計時應調查教室照明燈具以外的其他用電設備用電情形，測試其他用電設備的開啟和使用時引起的電網波動所造成的照明光源波動，不能讓人感覺得到光閃爍。
- (3) 教室內燈具須獨力供電，不能與空調共用。

5. 教室照明光環境品質要求

本章節列出優良教室光環境所需各項品質要求

5.1 課桌桌面平均照度與照度均勻度

本標準係參考 CNS12112 表 5 第 28 項教育建築類別，將教室場所分為 3 類(1)一般教室(2)活動教室(3)美術或製圖教室。

一般教室: 平均照度 ≥ 500 lux、照度均勻度 ≥ 0.7

活動教室：平均照度 ≥ 300 lux、照度均勻度 ≥ 0.7

美術教室：平均照度 ≥ 750 lux、照度均勻度 ≥ 0.7

5.2 黑板平均照度與照度均勻度

平均照度 ≥ 750 lux、照度均勻度 ≥ 0.7

5.3 非視覺等效日光(D65)照度 M-EDI(melanopic- equivalent daylight illuminance, lux)

於離地 1.2m 高垂直面測試，M-EDI ≥ 136 lux

5.4 統一眩光值 UGR(不適用於黑板燈)

UGR ≤ 19 ；依教室空間尺寸、燈具規格及安裝位置使用商用軟體模擬得出統一眩光值，取其最大值；照明光環境模擬條件請參考 4.1 表一之教室內不同材質反射率。

6. 查驗程序

本章節列出教室照明燈具規格與教室光環境各項品質要求的查驗程序。

6.1 教室照明燈具規格查驗

教室照明燈具應採用符合標準檢驗局檢驗通過，且符合第 4.2 節所規定各項規格要求。

6.2 課桌桌面平均照度與照度均勻度

量測照度時應使用通過 TAF 實驗室校正的照度計，量測時照度計的光偵測面應與桌面平行。

照度量測方法參考 CNS5065-77 照度測定法，採用九點量測法參考圖 10 所示。教室範圍內牆面內縮 2m，或者左右距離 1m，前後距離 2m，點出 A、C、G、I，並找出各點之中間點分別為 B、D、H、F 及教室之中心點 E 共九點，量測離地 80±5cm 高度處的水平照度，其平均照度計算方法為

$(A+C+G+I+2B+2D+2H+2F+4E)/16$ 。

桌面照度均勻度計算方法為上述桌面九點中的最小照度/平均照度。

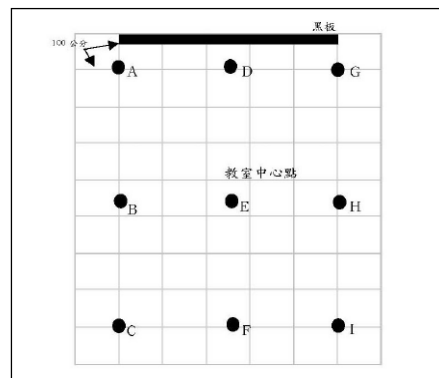


圖 10 桌面平均照度九點量測法

6.3 黑板平均照度與照度均勻度

量測時照度計的光偵測面應與黑板面平行。

採用七點量測法參考圖 11 所示。在黑板中軸線上，從黑板邊緣由上往下 30cm 處為 C 點，由下往上 30cm 處為 E 點，黑板中心點為 D，由 C 左右各延伸 1m 定義為 A 及 F 點，由 E 左右各延伸 1m 定義為 B 及 G 點，量測各點照度並計算 7 點的平均值作為黑板平均照度。黑板照度均勻度計算方法為上述桌面七點中的最小照度/平均照度。

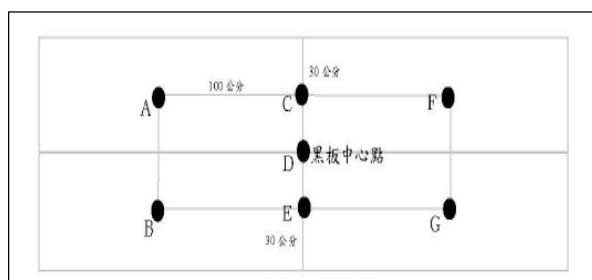


圖 11 黑板平均照度七點量測法

6.4 非視覺等效日光晝光(D65)照度 M-EDI(melanopic- equivalent daylight illuminance, lux)

量測時照度計的光偵測面應與地面垂直。

在離地 1.2m 處，照度計的光偵測面與地面垂直，偵測面朝向教室前方，量測照度值得到垂直照度，依下列公式計算得到 M-EDI

$M-EDI = 1.104 \times CAF \times \text{垂直照度}$ ，其中 CAF 為晝夜節律作用因子

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
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
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] WELL Building Std. V2 <https://standard.wellcertified.com/light/circadian-lighting-design>
- [2] ANSI/IES RP-3-13 American National Standard Practice on Lighting for Educational Facilities
- [3] IES TM-18-18 Light and Human health
- [4] CEC Title24 JA8-2016 California Energy Commission for Building Energy Efficiency Standards for qualification requirements for high efficacy light sources
- [5] 101 年教育部學校照明節能改善參考手冊
- [6] CNS 15602 一般照明用 LED 模組-性能要求
- [7] CNS 16047 室內一般照明用 LED 平板燈具
- [8] 節能標章網站 <https://www.energylabel.org.tw/>