

局部照明採集方式之照度探討-以 LED 緊急照明燈為例

林璟汶* 周中祺 莊景森 張鈞詮

大葉大學消防安全學位學程

515006 彰化縣大村鄉學府路 168 號

*genwen28@mail.dyu.edu.tw

摘要

建築物主動防火設施之消防安全設備，國內有法規規範，當一棟合法建築物申請取得使用執照前，場所內需裝設消防安全設備供火災預防使用。因此，當火災發生初期時，濃煙產生之虞，透過警報設備早期發現，供民眾緊急逃生或使用消防栓、滅火器等相關設備進行初期滅火。當中緊急逃生設備中含下列項目：避難方向指示、緊急照明設備、避難逃生設備，目的幫助民眾在火災中初期時提供場所照明及標示方向，利於逃生方便；當火災擴大時，會選擇就地避難或使用逃生設備幫助存活機率。緊急照明設備規範依「各類場所消防安全設備設置標準」[1]規定設置，然而，法規未提及相關照度採集方式，只談論需要多少照度之標準，沒有明確的資料收集方式。因此，本研究將裝設 LED 緊急照明燈於走廊上，並且利用局部照明採集方式，分析收集相關照度值，供從業人員於設計上或裝置高度之參考性。本實驗在固定面積下，在利用不同高度及時間下收集照度值，研究初步發現不同採集方式會影響檢驗結果，當場所裝設一顆緊急照明燈，利用四點和五點採集方式，不同高度下五點採集方式都合乎法規要求；四點採集方式都未到規範，實驗採燈具累加方式檢測，四點採集方式需裝設 3 顆以上，才能達到法規規範。

關鍵詞：緊急照明燈，局部照明採集方式，照度值

Local Lighting Illuminance Measurement Method with LED Emergency Lighting as an Example

CHING-WEN LIN*, CHUNG-CHYI CHOU, CHING-SEN CHUANG and JUN-QUAN CHANG

Fire Safety Degree Program, Da-Yeh University

No. 168, University Rd., Dacun, Changhua 515006, Taiwan, R.O.C.

*genwen28@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Fire safety equipment is used for active fire protection in buildings. Domestic regulations stipulate that before a legal building applies for a license for use, fire safety equipment must be installed in the premises so that if a fire starts, which entails the danger of heavy smoke, early detection can occur through alarm devices, and emergency escape or the use of fire hydrants, fire extinguishers, or other related equipment for initial firefighting is possible. Emergency escape

equipment includes evacuation direction indicators, emergency lighting equipment, and evacuation and escape equipment. The purpose of this equipment is to aid individuals' early escape by providing lighting to indicate the safest escape routes during the early stages of a fire. If a fire expands, individuals should shelter in place or use escape equipment to increase their chance of survival. Emergency lighting equipment specifications are established in accordance with the Standard for Installation of Fire Safety Equipment Based on Use and Occupancy. However, these regulations do not mention relevant illuminance measurement methods; they mention only the standard for the degree of illuminance required. In addition, no clear data collection method is indicated. Therefore, this study installed LED emergency lighting in a corridor and used local lighting collection methods to analyze and measure the relevant illuminance values for reference regarding lighting design and installation height. In this experiment, the illuminance values were collected at multiple heights and times in a fixed area. The study initially found that the collection method affected the test results. An emergency lighting lamp was installed in the fixed area, and four- and five-point collection methods were used at multiple heights. The five-point collection methods measured illuminance that met the requirements of the regulations, whereas the four-point collection methods did not. The experimental measurement lamps were used for cumulative detection. It was found that for the four-point collection methods, more than three lamps must be installed to adhere to the regulations.

Key Words: emergency lights, Local lighting collection method, Illuminance value

一、研究動機

火災發生時，電力系統斷路後緊急照明燈光源分布與照度將影響逃生人員避難成效。依各類場所消防安全設備設置標準法令進行檢討時，僅針對緊急照明燈設置進行規範並無確保人們在逃生時所需之有效光源，進而產生火場中的風險。建築物常用電源斷電後燈具利用緊急照明燈內置蓄電池方式產生照明，因此緊急照明燈扮演重要角色。我國緊急照明燈從設計、施工、竣工檢驗需要建立一套標準方式，供專技從業人員有明確的參考作法。然而，依「各類場所消防安全設備設置標準」法規標準 [2]，有關緊急照明燈相關法條從第 175 至第 179 條之規定，內容僅規範燈具構造、配線方式、照度值及免設場所。

照度值檢測方式，「各類場所消防安全設備設置標準」第 178 條規定：緊急照明燈在地面之水平照度，使用低照度測定用光電管照度計測得之值在地下建築物之地下通道，其地板面應在十勒克司 (Lux) 以上，其他場所應在二勒克司 (Lux) 以上。法令僅規範場所照度值，未規範照度計的採集方式。

參考光學相關領域照明值檢測方式，莊智鋒等三人 [5] 針對校園照度測量研究調查，實驗以教室為對象，當中採集方式以教室面積平均分成九個區域，並在每個區域中間利用照度計採集數值，最後綜合九個區域計算出空間之平均照度

值。因此，場所的照度值須規範採集方式或者採集點，於是產生本研究實驗動機，想找出當光源在固定面積下，利用不同的採集方式是否會影響燈具數量，提供給相關執業人員參考依據。

照明值採集相關文獻中，財團法人台灣產業服務基金會 [4]；當中燈具設置位置皆在天花板下方，實務設置緊急照明燈位置很多接設置於壁掛式，且法規也未規範明確的位置，因此，形成本研究實驗動機二。

二、文獻探討

(一) 緊急照明燈光源類型

室內環境需有明亮的光線才能看清物體，建築物白日時有自然採光增加空間明亮度；黑夜時，需依賴燈具發出來的光源來加強室內照明。火場中會產生大量濃煙，濃煙會造成光線消光現象，因此，火災發生時，容易產生斷電，此時室內沒有光源，必須依靠緊急照明燈具產生的光源來加強照明。緊急照明燈燈具類型及外殼耐燃性須很重視，於是國內法規有規範緊急照明燈出廠審核標準。

一般燈具類型郭啟田 [7] 針對市售的各種光源的燈具進行探討，燈具類型大致分成五種類型：白熾燈、低壓氣體放電燈 (例：螢光燈)、高壓氣體放電燈 (例：水銀燈)、電磁感應燈及 LED 燈。

表 1. 光源燈具類型及優缺點狀況

種類	螢光燈 (有安定器)	LED
構造形式	順時啟動型	
燈座材料	耐熱絕緣樹脂	1.同等耐熱絕緣性 2.瞬時點燈特性 3.其他
功率	高	低
壽命	低	高
流明	低	高

隨著時代變遷，從早期白熾燈、水銀燈等高耗能燈具型式，技術不斷新穎，廠商漸漸開發低功率及高亮度之產品，目前市面上相關緊急照明燈產品，參考蘇源在 [9]及洪嘉飛 [3]大多採用螢光燈型或 LED 型式緊急照明燈供場所使用，本研究綜合螢光燈與 LED 燈具特性，製作表 1 呈現兩者的優缺點狀況；引用 Budisusila [10]在國內外，考慮使用狀況低耗能高壽命及未來趨勢，因此採用 LED 緊急照明燈做為本研究所使用之燈具。

以緊急照明燈用語定義：依「緊急照明燈認可基準」[8]規範係指裝設於各類場所中避難所須經過之走廊、樓梯間、通道等路徑及其他平時依賴人工照明之照明燈具，內具備交流自動切換裝置，平常常用電源對蓄電池進行充電，停電後切換至蓄電池供電，或切換至緊急電源供電，作為緊急照明之用。依其構造形式及動作功能區分如下：

1. 內置電池型緊急照明燈：內藏緊急電源的照明燈具。
2. 外置電源型緊急照明燈：由燈具外的緊急電源供電之照明燈具。

(二) 照度

財團法人台灣產業服務基金會 [4]定義：每單位面積所接收到的光通量；可理解為：單位面積內獲得多少光。照度的大小取決於光源的發光強度，及被照體和光源之間的距離。對於同樣光源而言，當光源的距離為原先的兩倍時，照度減為原先的四分之一，呈平方反比關係。照度是照射在某一單位面積表面上的入射光的總量；而亮度是指從某一單位面積表面上反射到人眼中的反射光總量。因此，照度值成為檢測一個場所光線的規範，於是國內緊急照明燈檢測標準值為 30 分鐘後其為 2LUX 以上，為本研究檢測依據。在國外規範，依 NFPA101 [11]規範緊急照明燈檢測標準規範到下列 3 點：(1) 設置緊急照明燈場所，開始動作時場所照度值不能小於 10.8LUX，並且不管任何時候通往逃生路徑的地面，其照度值不得小於 1.1LUX；(2) 當燈具持續使用 90

分鐘後，其場所照度值不得小於 6.5LUX，並且不管任何時候通往逃生路徑的地面，其照度值不得小於 0.65LUX；(3) 檢測照度值其最大與最小值的比例不得超過 40:1。結合國外標準，說明檢測的方式不能採單一點測試為依據，須採用區域方式且有不同位置之數據值計算成平均值作為檢測依據。檢測時間分別為開始階段、30 分鐘後及 90 分鐘後當作依據。

(三) 局部照明採集方式

緊急照明燈施工時，大致固定方式有：壁掛式、嵌頂式、吸頂式，其固定方式不同，就會選擇不一樣的燈具型式，目前實務大多採用壁掛方式施工，掛置高度大致 2M~2.5M 之間，透過牆上的光線照射到逃生地面，使逃生路徑明亮通行，然而光源會隨著距離增加逐漸衰退，因此照明的方式無法全室光亮，目標使工作面區域性達到法規規範，其陳連輝 [6]定義相似，其定義如下：是指特定視覺工作用的，為照亮某個局部而設定的照明。

照明其採集方式，根據設置標準規範為燈具投影水平下方一米處收集其照度值，其照度值達到規範就合乎標準，但是檢測數值僅單一數值其可性度缺乏。其室內照度量測方法，依據中華民國國家標準 (CNS) 於民國 77 年 10 月 25 日 [1]有訂定相關照明檢測方式分別如下：1. 測定點決定法、2. 平均照度計算法、3. 準確度計算法，本研究針對區域性之實測研究，將採用平均照度計算法檢測，其平均照度計算法方法如下：

1. 四點測試法：單位區域之平均照度值 E 依圖 1 將區域四個角落照度值 E_i 加總平均，公式如式 (1)，

$$E = \frac{1}{4}(E_1 + E_2 + E_3 + E_4) \quad (1)$$

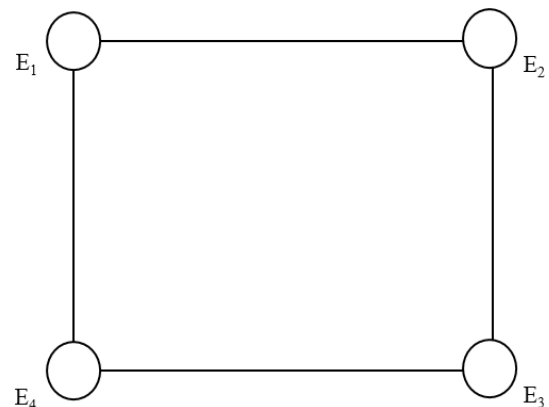


圖 1. 平均照度法 4 點量測法

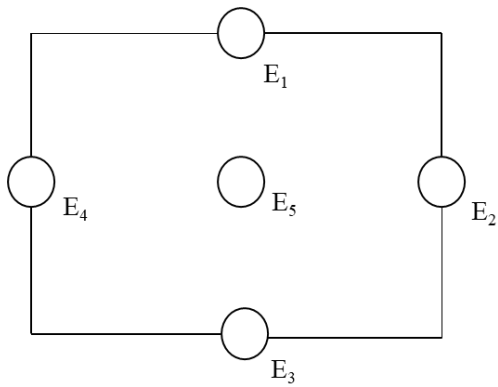


圖 2. 平均照度法 5 點量測法

2. 五點測試法：單位區域之平均照度值依圖 2 所示，公式如式 (2)：

$$E = \frac{1}{6}(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + 2E_5) \quad (2)$$

- 綜合上述的文獻整理，形成本研究的幾個實驗探討，
- 探討一：測試方法是對緊急照明燈裝置顆數有所差異？
- 探討二：配合理論，裝置高度越高，照度值是否越低？
- 探討三：緊急照明燈隨著時間增加，照度值是否差異？

三、實驗方法

本研究採實地實驗法，實驗地點：大葉大學工學院 8 樓走廊，實驗位置詳圖 3，實驗器材：LED 緊急照明燈 6 具（功率：2.52W、具備消防署個別認可標籤及出廠日期）及無痕掛勾，檢測工具：低感度照度計，型號 YF-1065 數位照度表，其測試範圍由 0.1~20000 LUX（勒克司）。本實驗挑選場域主要針對逃生路徑空間走廊作為初步探討，實驗時間為模擬黑暗情境，實驗時間大致在晚上 7 點~11 點放置採集，緊急照明燈設置方式為壁掛式，並分別在高度 1M、1.5M、2M、2.5M 進行實驗檢測，本實驗依序在不同高度下，依序不同顆數及位置上用側壁型緊急照明燈發亮採集其位置詳圖 4，並分別在不同時間點下，收集時間點如下（開始、30 分鐘、90 分鐘），依四點及五點的位置收集照度，位置點詳圖 5。

四、結果分析

(一) 不同位置及高度下累加照明燈照度值結果

研究將逐漸累加緊急照明燈顆數下，目標測試出，需要

設置多少顆照明燈，場所在不同測試方法下且不同高度下都能達到法規規範。首先採用四點測試法，依序在*a、*b、*c、

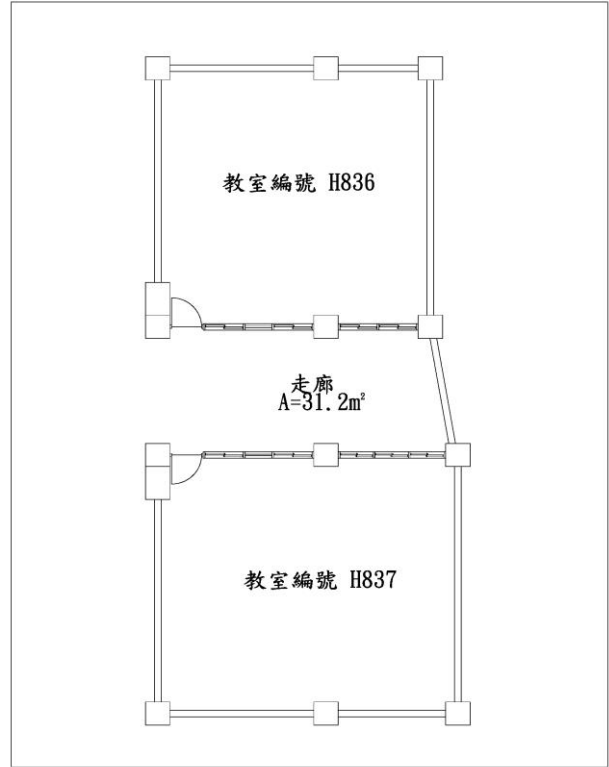
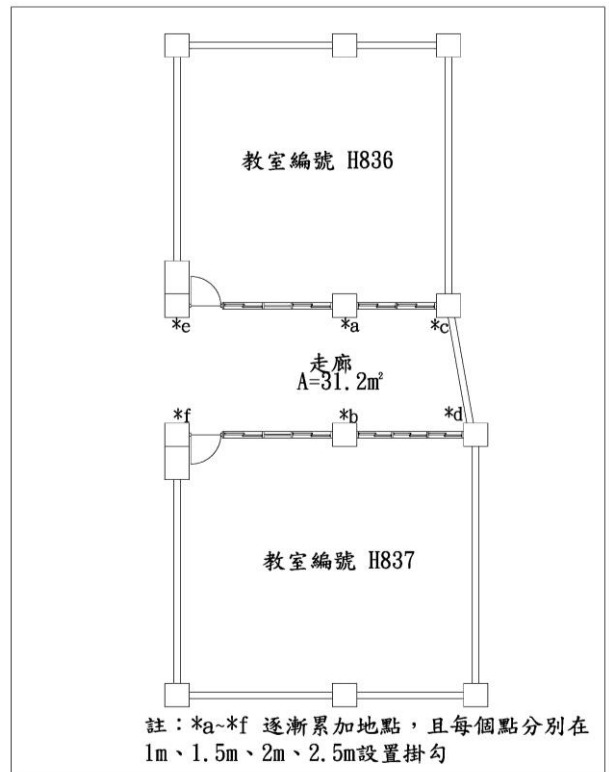


圖 3. 位置現況平面圖



註：*a~*f 逐漸累加地點，且每個點分別在 1m、1.5m、2m、2.5m 設置掛勾

圖 4. 燈具設置位置圖

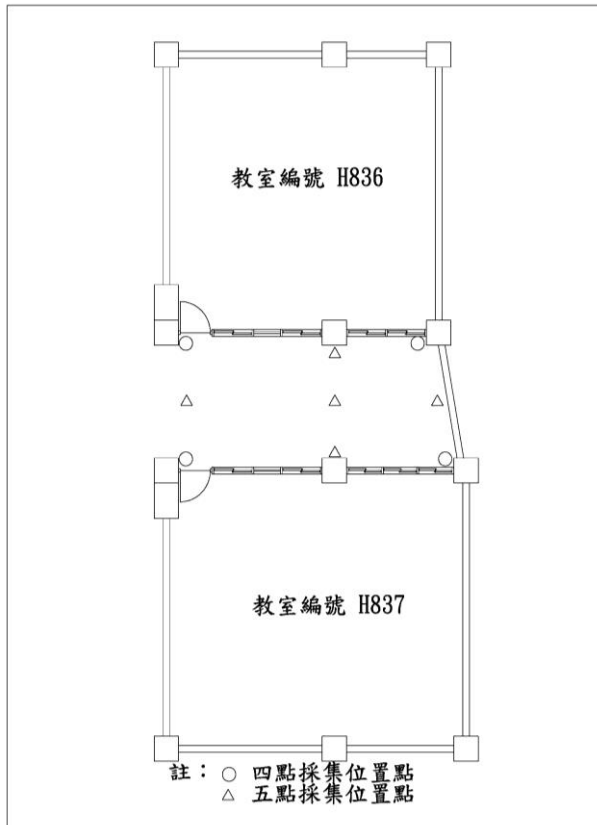


圖 5. 採集位置圖

*d、*e、*f 位置擺放緊急照明燈測試，在*a 位置擺放一顆實測值，於不同時間下（初始、30 分鐘後、1.5 小時）及不同高度下分別利用四點量測法採集後將其平均值整理出表 2，並整理出趨勢圖如圖 6，並用法規 2LUX 為檢測標準。

不同高度及時間下，擺放一顆緊急照明燈其量測平均值皆未達檢驗標準。試驗在*a 與*b 位置設置測試，目前場所設置兩顆為依據，其結果數據整合為表 3，其數據趨勢圖如圖 7。

透過趨勢圖發現，場所設置兩顆緊急照明燈時，其照度值都有增加，還是無法超過法規規範。因此，實驗繼續增加照明燈，此時位置分別設置在*a、*b、*c 三個位置，其照度值為表 4，其趨勢圖如圖 8。

趨勢圖 8 顯示，當場所設置 3 顆緊急照明燈時，採用 4 點測試法在 30 分鐘內檢測時，不同高度下其平均照度值都合乎法規規範。

實驗將採用五點測試法，重新依序在*a、*b、*c、*d、*e、*f 位置擺放緊急照明燈測試，擺放一顆緊急照明燈在*a 位置下，數據平均照度值整合成表 5，趨勢圖詳圖 9。

表 2. 不同高度及時間下平均照度值（1 顆-4 點測試）

	0min	30min	90min
4 點 (1M)	0.9LUX	0.75LUX	0.675LUX
4 點 (1.5M)	0.83LUX	0.725LUX	0.675LUX
4 點 (2M)	1.475LUX	1.275LUX	1.075LUX
4 點 (2.5M)	1.2LUX	1.15LUX	1.075LUX
檢驗值	2LUX	2LUX	2LUX

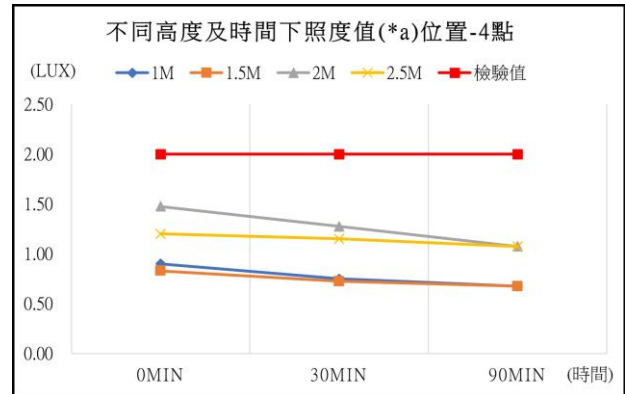


圖 6. 不同高度及時間下照度值趨勢圖（4 點-1 顆）

表 3. 不同高度及時間下平均照度值（2 顆-4 點測試）

	0min	30min	90min
4 點 (1M)	1.55 LUX	1.325 LUX	1.225 LUX
4 點 (1.5M)	1.4 LUX	1.225 LUX	1.075 LUX
4 點 (2M)	2 LUX	1.75 LUX	1.525 LUX
4 點 (2.5M)	1.875 LUX	1.55 LUX	1.425 LUX
檢驗值	2 LUX	2 LUX	2 LUX

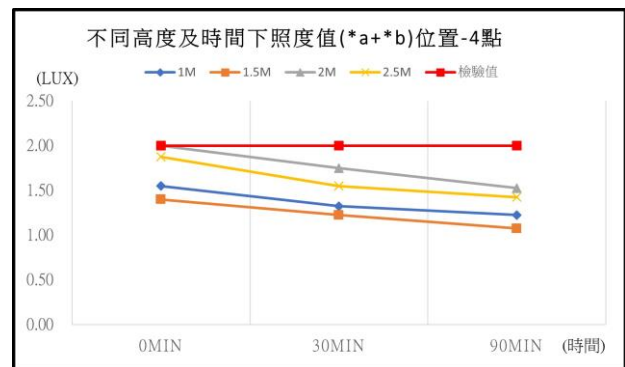


圖 7. 不同高度及時間下照度值趨勢圖（4 點-2 顆）

表 4. 不同高度及時間下平均照度值（3 顆-4 點測試）

	0min	30min	90min
4 點 (1M)	2.45 LUX	2.05 LUX	1.85 LUX
4 點 (1.5M)	2.43 LUX	2.2 LUX	1.83 LUX
4 點 (2M)	2.8 LUX	2.4 LUX	2.12 LUX
4 點 (2.5M)	4.4 LUX	2.6 LUX	2.3 LUX
檢驗值	2 LUX	2 LUX	2 LUX

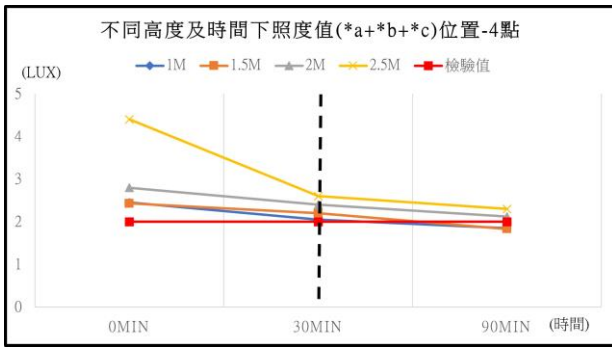


圖 8. 不同高度及時間下照度值趨勢圖 (4 點-3 顆)

表 5. 不同高度及時間下平均照度值 (1 顆-5 點測試)

	0min	30min	90min
5 點 (1M)	2.75LUX	2.65LUX	2.5LUX
5 點 (1.5M)	2.53LUX	2.33LUX	2.08LUX
5 點 (2M)	2.4LUX	2.117LUX	1.733LUX
5 點 (2.5M)	2.45LUX	2.3LUX	2.117LUX
檢驗值	2LUX	2LUX	2LUX

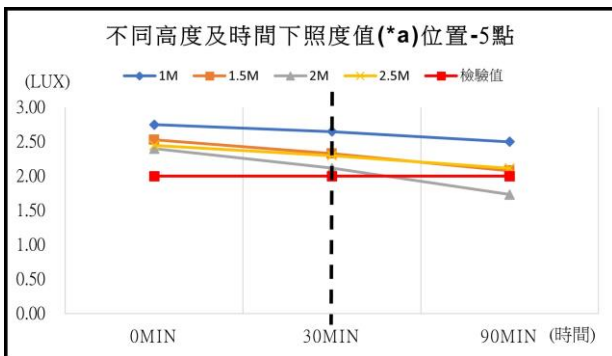


圖 9. 不同高度及時間下照度值趨勢圖 (5 點-1 顆)

趨勢圖 9 顯示，當場所設置 1 顆緊急照明燈時，採用 5 點測試法在 30 分鐘內檢測時，不同高度下其平均照度值都合乎法規規範。

(二)、結合四點與五點採集數據探討

研究將四點與五點資料結合重新計算平均照度值，其公式如式 (3)：

$$E = \frac{1}{9}(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9) \quad (3)$$

其收集位置如圖 10 所示。

本研究結合四點及五點測試點位，重新利用上述公式分析其平均照度值，得到數據如表 6，其趨勢圖為圖 11。結果顯示，其平均照度值都未達法規檢驗值，於是將整合 2 個照明燈數據，其分析結果如表 7，其趨勢圖如圖 12。

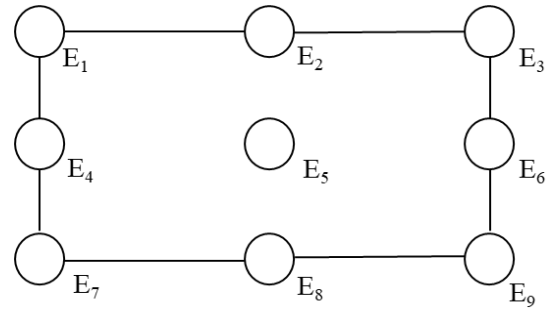


圖 10. 平均照度法 9 點量測法

表 6. 不同高度及時間平均照度值 (1 顆-9 點測試)

	0min	30min	90min
9 點 (1M)	1.62 LUX	1.49 LUX	1.37 LUX
9 點 (1.5M)	1.56 LUX	1.39 LUX	1.26 LUX
9 點 (2M)	1.83 LUX	1.54 LUX	1.33 LUX
9 點 (2.5M)	1.79 LUX	1.67 LUX	1.56 LUX
檢驗值	2 LUX	2 LUX	2 LUX

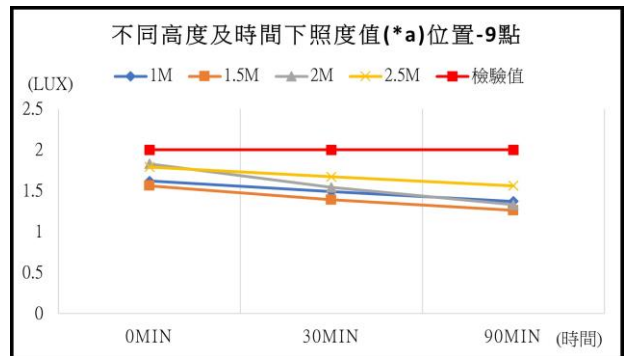


圖 11. 不同高度及時間下照度值趨勢圖 (9 點-1 顆)

表 7. 不同高度及時間平均照度值 (2 顆-九點測試)

	0min	30min	90min
9 點 (1M)	3.08 LUX	2.75 LUX	2.58 LUX
9 點 (1.5M)	2.9 LUX	2.5 LUX	2.2 LUX
9 點 (2M)	3.33 LUX	2.81 LUX	2.54 LUX
9 點 (2.5M)	2.98 LUX	2.77 LUX	2.54 LUX
檢驗值	2 LUX	2 LUX	2 LUX

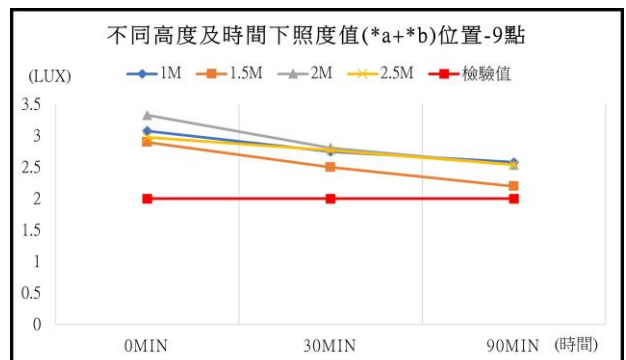


圖 12. 不同高度及時間下照度值趨勢圖 (9 點-2 顆)

依圖 12 顯示，場所裝置 2 顆緊急照明燈時，其測試結果都符合法規要求，綜合以上分析，將在結論中探討。

五、結論與建議

根據研究發現一：不同的採集方式會影響緊急照明燈數量，在場所位置環境固定下，4 點測試法需要設置 3 顆緊急照明燈才能達到國內法規規範；5 點測試法設置 1 顆緊急照明燈就合乎國內法規規範；9 點測試法需設置 2 顆緊急照明燈才合乎法規規範，因此，檢測收集方式會造成數量上差異，供設計者或現場施工者參考方向。

研究發現二：理論上，裝置高度越低，照度值越高（ $1M > 1.5M > 2M > 2.5M$ ），但從趨勢圖上發現（ $2M > 2.5M > 1M > 1.5M$ ），與理論上應多參考角度、環境等其他因素。

研究發現三：透過趨勢圖呈現方式，LED 緊急照明燈消耗情況不會太明顯，很適合長時間下使用燈具類型，跟其特性相符合，具有低功率消耗情況。

研究建議，建議增加不同類型燈具，跟不同場域，作為研究要素，在進行比對，得出更平均的數據。

參考文獻

1. 中華民國國家標準（CNS）照度測定法標準（民 77 年 10 月），標準總號 5065，類號 C3069。
2. 各類場所消防安全設備設置標準，第 175~179 條緊急照

明設備（110 年 6 月 25 日），內政部公告版。

3. 洪嘉飛（民 103），緊急照明燈光學特性影響評估，國立交通大學工學院產業安全與防災學程碩士論文。
4. 財團法人台灣產業服務基金會（民 101），教育部學校照明改善參考手冊，台北。
5. 莊智鋒、蔣忠誠、黃紹書（民 95），校園照度測量調查研究-以修平技術學院為例，修平學報，12，41-52。
6. 陳連輝（民 94），托育機構環境採光之調查研究，嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告（CNOS93-03），嘉義。
7. 郭啟田（民 96），市面上各種之燈具探究與解析，台南。
8. 緊急照明燈認可基準（民 111 年 11 月 14 日），內政部公告版。
9. 蘇源在（民 98），國內緊急照明燈設置標準與檢測基準適用性研究，國立交通大學工學院產業安全與防災學程碩士論文。
10. Budisusila E. N. and P. Hapsari (2018) An analysis of intelligent LED emergency lamp with voltage and resistance activated sensor, IOP Conference Series : Materials Science and Engineering, 403, 1-5.
11. NFPA101, Life Safety (2018), National Fire Protection Association standard.

收件：111.09.04 修正：111.12.02 接受：112.02.02