

知識物件上傳表

- 一、計畫名稱：公部門用電效率管理計畫（2/4）
- 二、上傳主題：國外照明節能推動策略
- 三、提報機構：財團法人台灣產業服務基金會
- 四、提報時間：2022年03月01日
- 五、報告內容

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input type="checkbox"/> 1. 國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外
能源業務	<input type="checkbox"/> 1. 能源政策（包含政策工具及碳交易、碳稅等） <input type="checkbox"/> 2. 石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3. 電力及煤碳（包含電力供應、輸配、煤炭、核能等） <input type="checkbox"/> 4. 新及再生能源 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 節約能源（包含工業、住商、運輸等部） <input checked="" type="checkbox"/> 6. 其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1. 能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2. 能源安全 <input type="checkbox"/> 3. 能源供需 <input type="checkbox"/> 4. 能源環境 <input type="checkbox"/> 5. 能源價格 <input type="checkbox"/> 6. 能源經濟 <input checked="" type="checkbox"/> 7. 能源科技 <input type="checkbox"/> 8. 能源產業 <input checked="" type="checkbox"/> 9. 能源措施 <input type="checkbox"/> 10. 能源推廣 <input checked="" type="checkbox"/> 11. 能源統計 <input type="checkbox"/> 12. 國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1. 建言（策略、政策、措施、法規） <input checked="" type="checkbox"/> 2. 評析（先進技術或方法、策略、政策、措施、法規） <input type="checkbox"/> 3. 標竿及統計數據 <input type="checkbox"/> 4. 其他：
重點摘述	<p>從觀察全球照明政策發展方向可以發現，主要朝兩大方向推動，第一為提高照明產品發光效率或 minimum energy performance standard(MEPS)，藉此淘汰低效率光源。第二為投入高效率照明產品以及智慧照明研發，藉此達到節能減碳之目的。</p> <p>政府機關與學校由於用電時間是屬於電力系統的用電尖峰時間，而台灣辦公建築形態照明用電量約占建築全年用電的 20~25%，如以天花板照明為主之中央空調型辦公建築為例，其照明之耗能量可達約三成。在建築之節能上，照明節能之重要性僅亞於空調系統之節能，若能從政府機關辦公室以及學校教室照明部分著手改善，對節能具有相當程度的助益。因此，如何在兼顧節能與照明品質的條件下，評選出適合辦公室及一般上課教室的最佳照明燈具，提升照明能源使用效率，並且擬定推動策略，值得探討。</p>
詳細說明	<p>一、美國相關文獻</p> <p>1.LPD 規範標準</p> <p>美國的建築照明規範以照明密度(LPD)為指標進行檢討，其標準係參考自 ASHRAE Standard，目前最新版為 ANSI/ASHAE/IESNA 90.1-2019 (ASHRAE, 2019)（整理如表 1 所示），此法係採用建築樓地板面積法(Building Area Method of Calculating Interior Lighting Power Allowance)來計算照度基準，該項規範每 3 年修正 1 次，已推行成為美國各州之節能標準。目前國際上除美國外，日本、英國、澳洲、新</p>

加坡、香港等先進國家也大致以前述美國 ASHRAE 90.1 規範系統為基本架構，建立其國家的照明用電密度管制基準。

表 1 ASHRAE 90.1 歷年照明用電密度管制標準整理

ASHRAE 90.1 空間分類	2010 LPD值 (W/m ²)	2013 LPD值 (W/m ²)	2016 LPD值 (W/m ²)	2019 LPD值 (W/m ²)
Convention Center 會議中心	11.6	10.9	8.2	6.8
Religious facility 宗教設施	11.3	10.8	10.1	7.2
Court House 法院	11.3	10.9	9.7	8.4
Dining: Bar Lounge/Leisure 酒吧	10.7	10.7	9.7	8.6
Dining: Cafeteria/Fast Food (歐式自助餐/速食)	9.7	10.9	8.5	8.1
Dining: Family 家庭式餐廳	9.6	10.2	8.4	7.6
Dormitory 宿舍	6.6	6.1	6.6	5.7
Healthcare-Clinic 診所	9.4	9.7	8.8	8.7
Hospital 醫院	13	11.3	11.3	10.3
Hotel 旅館	10.8	9.4	8.1	6.0
Motel 汽車旅館	9.5	9.4	8.1	6.0
Library 圖書館	12.7	12.8	8.4	9.0
Manufacturing Facility 生產工廠	10.9	12.6	9.7	8.9
Workshop 工場，講習會場	12.9	12.8	9.7	9.8
Motion Picture Theater 電影院	8.9	8.2	8.9	4.8
Multi-Family 公寓	6.5	5.5	7.3	4.9
Office 辦公室	9.7	8.8	8.5	6.8
Museum 博物館	11.4	11	11.4	5.9
Performing Arts Theater 劇院藝術表演廳	15	15	12.7	9.0
School/University 學校/大學	10.7	9.4	8.7	7.8
Gymnasium 健身房	10.8	10.4	7.3	8.2
Sports Arena 運動區	8.4	9.8	9.4	8.1
Exercise Center 運動中心	9.5	9	7	7.7
Transportation 運輸設施的大廳	8.3	7.5	6.6	5.4
Warehouse	7.1	7.1	5.2	4.9

倉庫, 儲藏室				
Automotive Facility 汽車維修站	8.8	8.6	7.6	8.0
Fire station 消防隊	7.6	7.2	5.7	6.0
Parking Garage 停車場	2.7	2.3	1.6	2.0
Penitentiary 監獄,收容所	10.4	8.7	8.1	7.4
Police Station 警察局	10.3	9.4	8.6	7.1
Post Office 郵局	9.4	9.4	7.2	7.0
Retail 賣場	15.1	13.6	11.4	9.1
Town Hall 市政廳	9.9	9.6	8.6	7.5

由表 1 彙整 2010 年、2013 年、2016 年及 2019 年美國 ASHRAE 90.1 所訂的照明功率密度規範標準，明顯發現整體 LPD 標準值係逐年降低，意即更為嚴苛。

2.ASHRAE90.1-2019 之照明模型重新定義

2019 年版本針對照明模型進行重新評估，並更新係數、建議值及光源，使參數跟貼近現實情況，因此將模擬完成的數值制定成標準，更具有參考意義。模型更改之部分分為以下五點：

- (1) 對原本照明方法進行了重新評估，並重建了照明模型。
- (2) 重建後的模型更能代表現實的情況。
- (3) 更新燈源的 IES 建議值、更新空間的有效空間比、更新光源之維護係數及效率值。
- (4) 增加了表面反射率的參數設置(室內天花板的可見光反射率應是 0.80，牆壁為 0.50，地板為 0.20，熱輻射率為 0.90)。
- (5) 將光源從原本的鹵素燈泡更換成 LED 燈泡。

由於 2019 年版之照明模型重新定義，造成 building area method 之 LPD 值較 2016 年版有明顯的改變，以下收集了相關文獻並整理出改變的原因與統計結果：

- (1) 2019 年所制定的平均 LPD 值較 2016 年下降約 5%，由於光源之效率提升，導致規範標準下修，越趨嚴格。
- (2) 2019 年部分空間下修的原因最主要是取消以前用鹵素燈泡建模而改以 LED 燈泡建模，由於 LED 有更好的發光效率，而使得模擬數值下降，因此規範標準下修，如辦公室、教室、賣場、旅館、電影院等空間。
- (3) 2019 年部份空間上調的原因，以停車場空間為例，是因為建模時新增了表面反射率類別，而使得模擬數值上調，因此將規範標準微幅上調。

表 2 歷年 EEWB 綠建築評估系統主要作業空間 LPD 基準整理

空間型態	2009 LPD值 (W/m ²)	2012 LPD值 (W/m ²)	2015 LPD值 (W/m ²)	2019 LPD值 (W/m ²)
辦公室、行政空間 會議室、視聽室	11.8	15	15	10
教室、階梯教室	15.1	15	15	10
圖書館閱覽室	12.9	15	15	10

藝文展覽空間、表演舞台區、講演台區	-	25	25	15 ^{*2}
電影院(前廳、售票大廳)	11.8	-	20	10
電影院(放映廳)	-	-	10	6
旅館客房、醫院病房	-	12	10	6
醫院門診、加護病房、護理站	-	20	10	10
旅館、住宿類、學校類、醫療、宗教類、工廠類之大廳、天井中庭、梯廳	11.8	15	15	6 ^{*2}
商用餐廳	-	-	-	15
觀眾/座位區 (會議中心、禮堂、教堂)	7.5	13	13	10
觀眾/座位區 (體育館、運動場、電影院)	4.3	5	5	4
住宅、療養院住房	-	10	10	6
工廠實驗室、研究室	15.1	22	22	10
工廠作業區	-	20	20	10 ^{*2}
自動化設備區	-	16	16	6
健身房、舞蹈室、 室內球場、運動區	-	20	20	10 ^{*2}
實驗室、研究室(學校、機關)	-	12	12	10
圖書館書庫區	18.3	15	15	6
娛樂空間(電子遊樂場、KTV、網咖、撞球、酒吧、舞廳、卡拉OK等，含附屬空間、營業專用SPA & 三溫暖、溫泉澡堂等)	-	-	-	10
休息室/休閒室/會客室	-	-	-	6
醫院檢查、醫療室、手術房	-	20	15	15
辦公、百貨、商場、藝文、展覽、車站、航站、交通運輸等類之大廳、天井中庭、梯廳	35.5	20	20	10 ^{*2}
機關學校餐廳、咖啡廳	-	-	-	10
觀眾/座位區(航站、車站、運輸站)	5.4	10	10	6
中央廚房、中央洗衣房	-	-	-	6
宿舍單元	-	8	10	6
工廠精密製造區(精密機械，電子零件製造，印刷工廠及細之視力作業區如：裝配，檢查，試驗，篩選，設計，製圖等空間)	-	-	-	15
電腦電信機房	-	-	-	6
*1：基準值包括屋頂牆面、立柱燈之固定式一般照明，但不包括活動式檯燈、局部投光、櫃檯櫥窗之照明。				
*2：該數據以樓高 1~2F 為主(7m 以下)，樓高 2F 以上每增一層樓高(3.5m)LPD 可增加 20%，但以 150% 為上限。				

總結來說，ASHRAE/ANSI/IES 90.1-2019 在室內照明功率允許值方面更加嚴格，將所有測試與一系列建築試驗聯結起來，並試圖簡化某些建築類型的合規性，從現在開始熟悉規範之變化對未來是有益的。

但反觀我國 EEW 綠建築評估手冊所訂的主要作業空間照明功率密度基準 LPD，由表 2 同樣彙整 2009 年、2012 年、2015 年及 2019 年等版本的綠建築評估手冊標準，從 2009 年改版至 2012 年時，發現除了規範的空間類別增加外，其照明功率密度之規定有部分反而更為放寬，2012 年與 2015 年的規定完全一致並未有所修訂，但在 2019 年的版本有明顯增加空間類別，且整體基準是越趨嚴格，符合美國 ASHRAE 90.1 標準的趨勢。

二、歐盟相關文獻

CNS 12112 標準相對應國際標準為 ISO 8995-1:2002(ISO, 2002)，日本工業規格 JIS Z 9125:2007(日本工業標準會, 2007)、中國大陸國家標準 GB/T 26189-2010(中華人民共和國國家標準, 2010)亦都參照 ISO 8995-1:2002 標準。英國標準 BS 參考歐盟標準 EN 作為國家標準，EN 12464-1:2019(European Committee for Standardization, 2019)標準針對室內工作場所及相關區域提供良好的照明建議要求，如表 3，其有關辦公室、教室之照度與 ISO 8995-1:2002 標準相同。由上述所蒐集各國標準可看出，國際間大多數國家均採用 ISO 8995-1，由空間功能需求來決定照度高低。表 3 各國對於辦公空間 LPD 限值之標準彙整表

表 3 歐盟 EN12464-1:2019 辦公室、學校空間類型照明基準

空間類型		$\bar{E}_{m,r}$ [lx]	$\bar{E}_{m,u}$ [lx]	U_o [lx]
辦公室	工作區	500	1000	0.6
	影印區	300	500	0.4
	會議室	500	1000	0.6
	檔案室	200	300	0.4
	前台接待處	300	750	0.6
圖書館	書架	200	300	0.4
	閱讀區	500	750	0.6
	櫃台	500	750	0.6
	普通照明空間	300	500	0.4
教學大樓	一般教室(小學)	300	750	0.6
	一般教室(國中)	500	1000	0.6
	禮堂	500	750	0.6
	教室講桌	500	750	0.7
	講台	300	500	0.7
	藝術教室	750	1000	0.7

$\bar{E}_{m,r}$ ：最低維持照度； $\bar{E}_{m,u}$ ：最高維持照度； U_o ：最低照度均勻性

表 4 教育部針對各類學校教室空間之照度標準建議

作業種類	教室名稱	桌面照度 [lx]	地板面照度 [lx]	黑板面照度 [lx]
極精細作業	製圖教室、縫紉教室	750	--	500
精細作業	普通教室、實驗教室 電腦教室、自然教室 社會教室、美術教室 工藝教室、家事教室 會計教室、英打教室 視聽教室、語言教室 攝影教室、餐飲教室 音樂教室	500	--	500
普通作業	舞蹈教室	--	300	500

(資料來源：(教育部, 2004))

由歐盟 EN12464-1:2019 學校空間類型照明基準與教育部針對各類學校教室空間之照度標準建議發現到兩者對於教室照度的標準幾乎一致，均要保持 500 lx 以上，而非閱讀區或工作區域則會降低照度至 200-300 lx。

其他資料	<p>資料來源：</p> <p>[1] ASHRAE. (2019). ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. In. Atlanta, USA.</p> <p>[2] EnergyCodes. (2020). What You Need to Know about the New Energy Standard for Commercial Buildings: Standard 90.1-2019. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=4QDbnbWEtgk</p> <p>[3] European Committee for Standardization. (2019). Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places. In.</p> <p>[4] ISO. (2002). Lighting of indoor work places. In.</p> <p>[5] 中華人民共和國國家標準. (2010). 室內工作場所照明. In.</p> <p>[6] 日本工業標準會. (2007). 屋外作業場的照明基準. In. 日本: 財團法人照明學會.</p> <p>[7] 教育部. (2004). 學校教室照明與節能參考手冊.</p>
------	--