

UV-C LED產品安全性要求

Safety requirements for UV-C LED equipment

中華民國111年10月18日制定

Date:2022-10-18

前 言

如果申請作為CNS標準，每一份CNS的制式前言如下：

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。

目 錄

節次	頁次
前言.....	2
1. 適用範圍	4
2. 引用標準	4
3. 用語及定義	4
4. 種類	6
5. 一般要求	6
5.1 一般安全要求	6
5.2 構造安全要求	6
6. 紫外光安全要求	7
6.1 紫外光危害曝露限制	7
6.2 紫外光輻射安全防護	8
7. 臭氧安全要求	8
8. 標示與說明	8
8.1 本體標示	8
8.2 紫外光安全警語	9
8.3 臭氧安全警語	10
8.4 安裝指南和使用手冊	10
附 錄 A (規定) UV-C LED產品及 零組件 適用的安全性標準.....	12
附 錄 B (規定) 紫外光危害風險類別劃分方法	13
附 錄 C (參考) 對預期高臭氧濃度的環境和產品的警告標籤示例	16
參考資料.....	17

1. 適用範圍

本標準可作為評估波長範圍為200~280nm的UV-C LED**模組或**產品在安全性方面之指導性文件。本標準特別針對一般安全、紫外光曝露限制、臭氧濃度限制及安全標示加以規定，主要適用於空氣、表面及水消毒殺菌類之UV-C LED**模組或**產品。

備考:本標準不適用於下列範圍。

- 具有自身產品安全標準的設備，例如 CNS 60335-2-65適用於UV-C空氣清淨電器、IEC 60335-2-109適用於UV-C水消毒設備
- 不發出UV-C輻射的**模組或**產品，例如UV-A、UV-B和405nm近紫外光設備
- 對性能和功能特性的要求

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。有加註年份者，適用該年份之版次，不適用於其後之修訂版(包含補充增修)。無加註年份者，適用該最新版(包含補充增修)。

CNS 15592	光源及光源系統之光生物安全性
CNS 15663	電機電子類設備降低限用化學物質含量指引第5節 含有標示(RoHS)
CNS 60335-1	家用和類似用途電器－安全性－第 1 部:通則
CNS 60335-2-65	家用和類似用途電器－安全性－第2-65部:空氣清淨電器之個別規定
ISO 7000:2004	Graphical symbols for use on equipment-Index and synopsis
IEC 62471:2006	Photobiological Safety of lamps and lamp systems
IEC PAS 63313:2021	Position statement on germicidal UV-C irradiation - UV-C safety guidelines
IEC 62368-1:2018	Audio/video, information and communication technology equipment -Part 1: Safety requirements
IEC 61549-310-1	Relevant to lamps not covered elsewhere in the scope of existing IEC standards.

3. 用語及定義

CNS 15592第 3 節所規定及下列用語及定義適用於本標準。

3.1 深紫外線發光二極體(deep ultraviolet lightemitting diode, UV-C LED)

峰值波長介於UVC波段(200nm-280nm)之間的單一頻譜發光二極體，具有p-n接面，受電流激發時能發射深紫外線波段光輻射之固態裝置，簡稱UV-C LED。

3.2 有效輻射照度(effective irradiance)

UVC LED產品按照規定光化學紫外光危害的作用曲線進行加權的電磁輻射的輻射照

度，單位為 W/m^2 。

3.3 封閉式UV-C LED產品(closed enclosure UV-C LED equipment)

完全封閉紫外線輻射的殺菌產品，若打開封閉式設備，會使人員暴露於紫外光風險中，因此應配備一個自動關閉開關安全防護機制。

3.4 半開放式UV-C LED產品(partially open UV-C LED equipment)

局部開放會使人員曝露於紫外光輻射風險的殺菌產品，其應具有規定的安裝位置和屬性，適當安裝的半開放式產品可在空間正常活動時防護空間的使用者，同時輻照空間未佔用部分。

3.5 開放式UV-C LED產品(open UV-C LED equipment)

完全開放會使人員曝露於紫外光輻射風險的殺菌產品，通常需搭配集成紫外光安全防護機制，避免人員於正常或非正常操作下造成人體光化學紫外光危害。

3.6 UV-C LED模組(UV-C LED module)

由1個或多個UV-C LED元件所構成，以光源形式使用的單元，該單元可含有光學、機械及電機、電子等零組件，但不包括控制裝置或驅動裝置。

3.7 普通人員(ordinary person)

無相關的教育或經驗的非專業人員。

3.8 專業人員(skilled person)

具有相關的教育或經驗的人員，能夠識別危險並採取適當的行動，以減少自身和他人受傷的風險。

3.9 時間防護(time safeguard)

在單日8小時內中使人體所受的紫外輻射劑量低於 30J/m^2 的照射時間限值。

3.10 隔離防護(containment safeguard)

規則或受限制進入區域，同時該組成或區域不屬於設備結構的一部分，其可用於人體接近時作為阻止紫外線設備運轉防護。

3.11 設備防護(equipment safeguard)

封閉式、半開放式設備的外殼或產品中的UVC檢測系統，是設備的結構組成部分。

3.12 人身防護(personal safeguard)

戴在身上並減少暴露於紫外線設備的個人防護設備。如:防護罩、護目鏡、手套、圍裙、劑量計、面罩和呼吸器。

3.13 人員在場檢測系統(presence detection system)

一種由感測器和控制器組成的系統，用於檢測人員是否在場，應對感測器和控制器的系統進行風險評估，以確定其是否符合設備防護要求。

4. 種類

UV-C LED模組或產品可根據CNS 15592或IEC 62471定義的200mm處有效輻射照度進行光化學UV危害風險類別劃分，可分為下列類型。

- (a)無風險類別(RG0)，係基於在本標準所規定最極端之曝露限制下，在 8 小時(30,000 秒)內之曝露期間，UV-C LED模組或產品不造成光化學UV危害。
- (b)風險類別1(低度風險RG1)，係基於在一般之曝露限制下，在 10,000 秒內之曝露期間，UV-C LED模組或產品不造成光化學UV危害。
- (c)風險類別2(中度風險RG2)，係基於即使因強光輻射源造成生理不適或熱不適之反應，在1,000 秒內之曝露期間，UV-C LED模組或產品仍不造成光化學UV危害。
- (d)風險類別3(高度風險RG3)，係基於即使經短暫期間或瞬間之曝露，UV-C LED模組或產品即會造成光化學UV危害。

5. 一般要求

5.1 一般安全要求

UV-C LED產品在正常使用下需確保安全，亦不會對人或周遭事物造成危險，其應結合CNS 60335-1及附錄 A所列的CNS國家標準和/或IEC標準的電氣、熱、機械、人體電磁場暴露(EMF)和光生物安全的相關規範要求，並以各別UV-C LED產品或零組件適用安全標準進行所有相關的試驗檢查符合性。

5.2 構造安全要求

除下列所述，CNS 60335-1第22節之規定適用於本標準。

5.2.1 零組件

UV-C LED產品相關零組件及殼體應符合下列規定。

- (a)宜採用阻燃、抗紫外線輻射、耐腐蝕的材料，且需符合CNS 15663電機電子類設備降低限用化學物質含量指引相關之要求。
- (b)以有機材料製成且暴露於直射或反射UV-C輻射之部件，應具備抗UV-C之能力。
- (c)暴露於直射或反射UV-C輻射的內部配線應使用具抗UV-C能力之聚氯丁二烯(Poly-chloroprene)披覆電線，且不得劣於一般聚氯丁二烯披覆之電線(CNS 546或60245 IEC 57)。

5.2.2 UV-C LED模組更換性

產品UV-C LED模組更換性應符合下列規定。

(a)若允許普通人員更換UV-C LED模組時，產品之構造應符合下列要求。

- UV-C LED模組應儘可能易於更換
- 當有螺釘或零組件遺漏、裝設位置錯誤或固定不確實時，設備無法操作，或可明確察覺其結構不完整
- 當設備被拆開，或移去某部件後可觸及內部構造時，安全防護裝置應動作，使UV-C LED模組斷電。

(b)若不允許由普通人員自行更換UV-C LED模組時，則UV-C產品之構造需有可防止使用者自行更換UV-C模組機制，僅可由專業人員進行更換。

6. 紫外光安全要求

CNS 60335-1第32節之規定以下列內容取代

6.1 紫外光危害曝露限制

UV-C LED模組或產品需根據CNS 15592或IEC 62471規範光化學紫外光危害之光譜加權函數進行風險類別評估(參照附錄 B)，其應符合下列規定。

(a)封閉式UVC LED產品應符合為無風險類別(RG0)，當封閉式UVC LED 產品被打開維修或維護時，可參照附錄B的方法進行劃分。

(b)對於半開放式UV-C LED產品，應根據附錄B公式B.3確定UV-C LED產品在所有相關方向上、位於遠場或近似遠場工作距離 d 處的有效輻射照度，並需充分提供能達到無風險的安裝指導及防護措施(詳見第8.4節)。

(c)對於開放式UV-C LED產品應在可能產生最嚴苛測試結果的方向上使用距輻射源200mm處的有效輻射照度 E_{eff} 來進行危害風險劃分，並需評估無風險之人體感應保護裝置啟動距離。

(d)對於無風險類的 UV-C LED模組或產品不要求任何安全防護，普通人員可接觸的風險等級大於1類的UV-C LED模組或產品，至少要求提供以下防護措施:

- 安全標示(Instructional Safeguard)，如第8.2節規範。
- 時間防護(Time Safeguard)措施，規定每個風險等級下的最大曝露限制時間 t_{max} (參照附錄B.2公式定義)，如表1所示；或者提供設備防護(Equipment Safeguard)；或者提供隔離防護(Containment Safeguard)，通過各防護措施將有效輻射照度降低到 1mW/m^2 。

表 1 各風險等級下單日8 小時間隔內的最大曝露限制時間

紫外光危害風險等級	最大曝露限制時間 $t_{\max}$ (秒)
風險類別1 (低度風險RG1)	10000
風險類別2 (中度風險RG2)	1000
風險類別 3 (高度風險 RG3)	$<30\text{J/m}^2 / E_{\text{eff}@d2}$

(e)對於只由專業人員操作的風險等級大於1類的UV-C LED**模組或**產品，可盡可能需要提供如8.2節規範的相關安全標示以及採取人身防護(Personal Safeguard)措施。

6.2 紫外光輻射安全防護

UV-C LED產品應包含至少兩個獨立的電氣或機械式之紫外光輻射防護措施，避免人員於正常或非正常操作下造成UV-C輻射危害風險，其防護機制應符合下列規定。

- (a)可以是通過產品本身內置安全防護裝置或結合現場安全措施之任意組合實現，如產品具備**定時器**、互鎖開關或現場搭配控制器、緊急停止裝置、人員在場檢測系統(傳感器或感應器)等之解決方案。
- (b)紫外光輻射防護機制應能彼此獨立運作，任何單一安全措施故障不應使其餘安全措施失效或降級，除非該故障也導致UV-C光源安全關閉，需以最不利操作狀態模擬電氣及機械故障檢查其符合性。
- (c)若產品具有控制器或開關裝置可由使用者變更設定者，應具備保護機制且需指定專業人員操作，以防止未經授權的人員意外啟動造成紫外光危害風險。
- (d)產品開啟消毒時，需同時具備產生人眼易察覺光線或配有正常工作指示燈。
- (e)電源開啟過程中紫外線有可能照射到人體上時，UVC LED產品需帶有延時開啟功能，並在延時啟動階段宜帶有警報提示音**或語音信息**，以避免人員開啟產品時直接照射人體皮膚和眼睛，對人體造成傷害。

7. 臭氧安全要求

臭氧安全要求主要針對峰值波長低於240nm的UV-C LED產品，以避免人體長時間處於高臭氧濃度環境下而受到毒性副作用傷害，其應符合下列規定。

- (a)UV-C LED產品所產生之臭氧濃度不得過量，需依CNS 60335-2-65 標準第32.101節之試驗方法檢查其符合性，臭氧濃度百分比不得超過 5×10^{-6} (<0.05ppm)。
- (b)超過臭氧濃度暴露限制的UV-C LED產品，需提供如8.3章節的臭氧安全標示，並表明需要採取預防措施(如空間通風要求)以確保臭氧濃度限制在安全值內。

8. 標示與說明

CNS 60335-1第7節之紫外線消毒(殺菌)電器標示規定以下列內容取代

8.1 本體標示

UV-C LED產品本體應以清晰且能耐久之方式標示下列必要項目。

- (a) 產品名稱及型號。
- (b) 額定電壓(V)及額定頻率(Hz)。
- (c) 總額定消耗功率(W)或額定輸入電流(A)。
- (d) UV-C LED峰值波長(nm) (註:若使用兩種以上不同波長皆需各別標示)。
- (e) 光化學UV危害風險等級(註:封閉式產品需加註被打開時的風險等級)
- (f) 無風險之人體感應保護裝置啟動距離(m) (註:開放式產品需加註)
- (g) UV-C LED模組的型號、規格、製造廠商等(註:不可更換之UVC LED模組得不標示)
- (h) 製造年份及製造號碼。
- (i) 製造廠商名稱、地址及電話。

8.2 紫外光安全警語

UV-C LED模組或產品應於本體、外包裝及使用說明書中易於檢視之位置提供警語，字元高度不得小於3mm，以避免產品安裝、維護、清潔和保養時受紫外光輻射所傷害。

備考:警語得不直接標示於本體，將包含警語之標示牌以不易脫落之方式固定本體亦可。

8.2.1 UV-C警告符號及標籤

- (a)風險類別大於1類的模組或產品，需提供IEC 61549-310-1標準規定的UV-C警告符號，

例如 ，標示於UV-C LED光源發射處本體外殼位置。

- (b)UV-C警告標籤要包含以下要素。

- IEC 61549-310-1規定的UV-C警告符號
- UV-C風險類別等級標識
- (1)~(3)需提供表2針對不同風險類別等級的UV-C LED產品對應警告標籤安全標示

表 2 不同紫外光危害風險類別的安全標示要求

要素	無風險類別 (RG0)	風險類別1 (RG1)	風險類別2 (RG2)	風險類別3 (RG3)
(1)	無要求	警告本產品會產生UV-C紫外輻射	警告本產品會產生UV-C紫外輻射	警告本產品會產生UV-C紫外輻射
(2)	無要求	盡可能減少眼睛和皮膚的曝露。採取適當防護。	直接曝露可能會導致對眼睛和皮膚的刺激。採取適當防護。	避免眼睛直視和皮膚曝露於無遮擋的產品。
(3)	無要求	遵照安裝指南和使用手冊		

(c)要素(a)和(b)應該採用黑色粗體字體與黃色背景呈現，如圖1警告標籤示例。

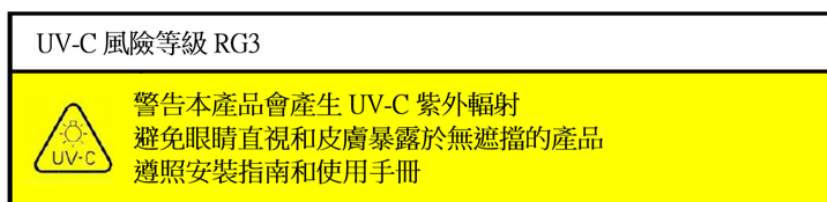


圖 1 UVC警告標籤示例

8.2.2 UV-C LED模組更換性警語

(a)產品內含 UV-C LED模組可更換時，應標示UV-C LED模組之型號(type reference)，並標註下列警語。

“警告: UV-C輻射對於眼睛及皮膚具有傷害性，不得在產品外操作UV-C LED模組。”

若可由使用者自行更換 UV-C LED模組時，產品應標註”詳讀說明書”或標示 ISO 7000-0790(2004-01)之符號。

(b)產品內含 UV-C LED模組不可更換時，應標註下列警語。

“警告: UV-C LED模組無法替換，若UV-C LED模組損壞則設備即報廢。”

8.3 臭氧安全警語

8.3.1 臭氧警告符號及標籤

(a)超過臭氧濃度暴露限制的UV-C LED模組或產品需提供臭氧警告符號，例如



(b)標籤應該採用黑色粗體字體與黃色背景呈現，如圖2臭氧警告標籤示例。

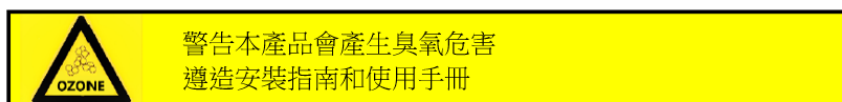


圖 2 臭氧警告標籤示例

8.3.2 高濃度臭氧警告標籤

假如預期到環境中會產生高濃度臭氧，其警告標籤應符合下列規定。

(a)內容包括緊急情況概覽、安全防護措施、急救程序、消防程序以及洩漏應對程序，此類警告標籤的示例可以參照附錄C。

(b)假如尺寸或設計導致無法在UV-C LED模組或產品本體上直接進行標誌，則應標誌在包裝及使用說明書上並提供相應的網址連結。

8.4 安裝指南和使用手冊

除下列所述，CNS 60335-1第7節之規定適用於本標準。

(a)應註明使用前應詳細閱讀產品說明書，並依說明書要求使用產品，在對產品進行維護

- 、清潔或保養等相關作業前，須將產品切斷電源。
- (b)UV-C LED產品說明書應包含產品之安裝、操作、維護、清潔及保養等相關作業之細節，亦應包含下列內容。
 - 詳細描述為避免UV-C輻射暴露危害所需的安全時間防護、設備防護、隔離防護或人身安全防護措施。
 - 提供詳細完整的安全指示以避免可能產生的UV-C輻射曝照危害，指示內容包括正確裝配、正確安裝、合理維護以及安全使用。
 - 為操作流程提供安全建議，預估可能存在的操作失誤、運行故障和危險性損壞情況並予以警告，若有詳細的服務和維護流程，則應該盡可能包含安全程序的明確指示。
 - 清潔之方法、維護頻率及需注意事項。
 - 非預期使用(unintended use)產品或產品外殼(housing)破損，將可能釋出具危害性之UV-C輻射。產品若發生明顯之損壞，則不得繼續使用。
 - 若不允許由使用者自行更換UV-C LED模組時，須明確告知。
- (c)若為可更換UV-C LED模組產品，說明書中亦應包含下列內容。
 - 拆開設備前應詳讀維護說明書。
 - 更換 UV-C LED模組前，應先將設備切斷電源。
 - 應註明更換UV-C LED模組之注意事項。
- (d)說明書應註明產品安裝和維修需由合格的專業人員進行，在維護或維修工作期間應穿戴適當個人防護設備(Personal Protective Equipment)，如護目鏡、面罩、防護衣、手套等，避免眼睛和皮膚受到紫外光輻射傷害。
- (e)應註明嚴禁使用非製造商推薦的附屬配件及作為非預期用途使用。
- (f)應註明供安裝人員、操作人員、維護維修和相關管理人員使用和參考的產品製造商聯繫信息，其中至少包括地址及服務電話或網站地址。
- (g)應註明不得以肉眼直接注視UV-C LED模組或產品開啟中之紫外線輻射光源。應更進一步防止反射光射入眼睛，上述動作可能造成眼睛疼痛或視覺障礙。
- (h)應註明長時間暴露於紫外光輻射可能使被照物褪色和/或性能劣化。
- (i)應註明長時間暴露於紫外光輻射可能使植物損壞和/或阻礙生長。

附錄 A

(規定)

UV-C LED產品及零組件適用的安全性標準

標準	標準名稱
CNS 13783-1(102 年版)	電磁相容性－家用電器、電動工具及類似裝置之要求-第 1 部:發射
CNS 15592(101 年版)	光源及光源系統之光生物安全性
CNS 14676-5(108 年版)	電磁相容 - 測試與量測技術 - 第 5 部:突波免疫力測試
CNS 15357(110 年版)	一般照明用 LED 模組-安全性規範
CNS 15364(102 年版)	含鹼性及其他非酸性電解質之二次單電池及電池組－用於可攜式應用之封裝可攜式二次單電池及電池組之安全要求
IEC 62493:2015	Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields
IEC 62471:2006	Photobiological safety of lamps and lamp systems
IEC 62031:2018	LED modules for general lighting – Safety specifications
IEC 62776:2014	Double-capped LED lamps designed to retrofit linear fluorescent lamps – Safety specifications
IEC 62838:2015	LEDs lamps for general lighting services with supply voltages not exceeding 50V a.c.r.m.s. or 120 V ripple free d.c.–Safety specifications
IEC 61558-1:2017	Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof - Part 1: General requirements and tests
IEC 61558-2-16:2021	Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof - Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units for general applications

附 錄 B

(規定)

紫外光危害風險類別劃分方法

B.1 UV-C有效輻射照度

B.1.1 為了確定UV-C LED模組或產品的有效輻射照度，應根據CNS 15592或IEC 62471第4.3.1節規定，以下列公式將模組或產品的輻射照度與光化學UV危害函數進行加權積分計算，該函數的峰值波長位於270nm。

$$E_{\text{eff}} = \sum_{200}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{\text{uv}}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中， E_{eff} ：UV-C LED模組或產品在距離 d_1 處的有效輻射照度(W/m^2)

E_{λ} ：UV-C LED模組或產品在距離 d_1 處的光譜輻射照度($\text{W}/\text{m}^2/\text{nm}$)

$S_{\text{uv}}(\lambda)$ ：光化學UV危害加權函數，具體數值參考表B.1所示

$\Delta\lambda$ ：頻寬(nm)

入射紫外光輻射之容許暴露期間，係基於眼睛或皮膚未施加保護之條件，以下列公式計算：

$$t_{\text{max}} = \frac{30}{E_{\text{eff}}} \text{ 秒} \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

式中， t_{max} ：容許曝露期間(秒)

E_{eff} ：有效輻射照度(W/m^2)

B.1.2 對於UV-C LED模組或產品，需要參照CNS 15592或IEC 62471第五章量測方法確定其輻射照度最強方向上固定距離的有效輻射照度，並根據CNS 15592或IEC 62471第六章規定，測試距離統一以0.2m處的有效輻射照度 $E_{\text{eff}@d2=200\text{mm}}$ 來進行危害風險劃分。

表B.1 光化學UV危害之光譜加權函數 $S_{\text{uv}}(\lambda)$

波長 ^(a) $\lambda(\text{nm})$	UV 加權危害函數 $S_{\text{uv}}(\lambda)$	波長 $\lambda(\text{nm})$	UV 加權危害函數 $S_{\text{uv}}(\lambda)$
200	0.030	313 ^(b)	0.006
205	0.051	315	0.003
210	0.075	316	0.0024
215	0.095	317	0.0020
220	0.120	318	0.0016
225	0.150	319	0.0012
230	0.190	320	0.0010

表B.1 光化學紫外光危害之光譜加權函數 $S_{uv}(\lambda)$ (續)

波長 ^(a) $\lambda(\text{nm})$	UV 加權危害函數 $S_{uv}(\lambda)$	波長 $\lambda(\text{nm})$	UV 加權危害函數 $S_{uv}(\lambda)$
235	0.240	322	0.00067
240	0.300	323	0.00054
245	0.360	325	0.00050
250	0.430	328	0.00044
254 ^(b)	0.500	330	0.00041
255	0.520	333 ^(b)	0.00037
260	0.650	335	0.00034
265	0.810	340	0.00028
270	1.000	345	0.00024
275	0.960	350	0.00020
280 ^(b)	0.880	355	0.00016
285	0.770	360	0.00013
290	0.640	365 ^(b)	0.00011
295	0.540	370	0.000093
297 ^(b)	0.460	375	0.000077
300	0.300	380	0.000064
303 ^(b)	0.120	385	0.000053
305	0.060	390	0.000044
308	0.026	395	0.000036
310	0.015	400	0.000030
註 ^(a) 所選擇之波長為具備代表性之波長，波長間之其他數值得以對數內插法計算。 ^(b) 汞放電之放射光譜線			

B.2 距離 d_2 處的有效輻射照度

UV-C LED模組或產品在任意距離處的有效輻射照度可以通過平方反比定律，以下列公式計算。

$$E_{\text{eff}}@d_2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \cdot E_{\text{eff}} \dots \dots \dots \text{(B.3)}$$

式中， E_{eff} ：UV-C LED模組或產品在距離 d_1 處的有效輻射照度(W/m^2)

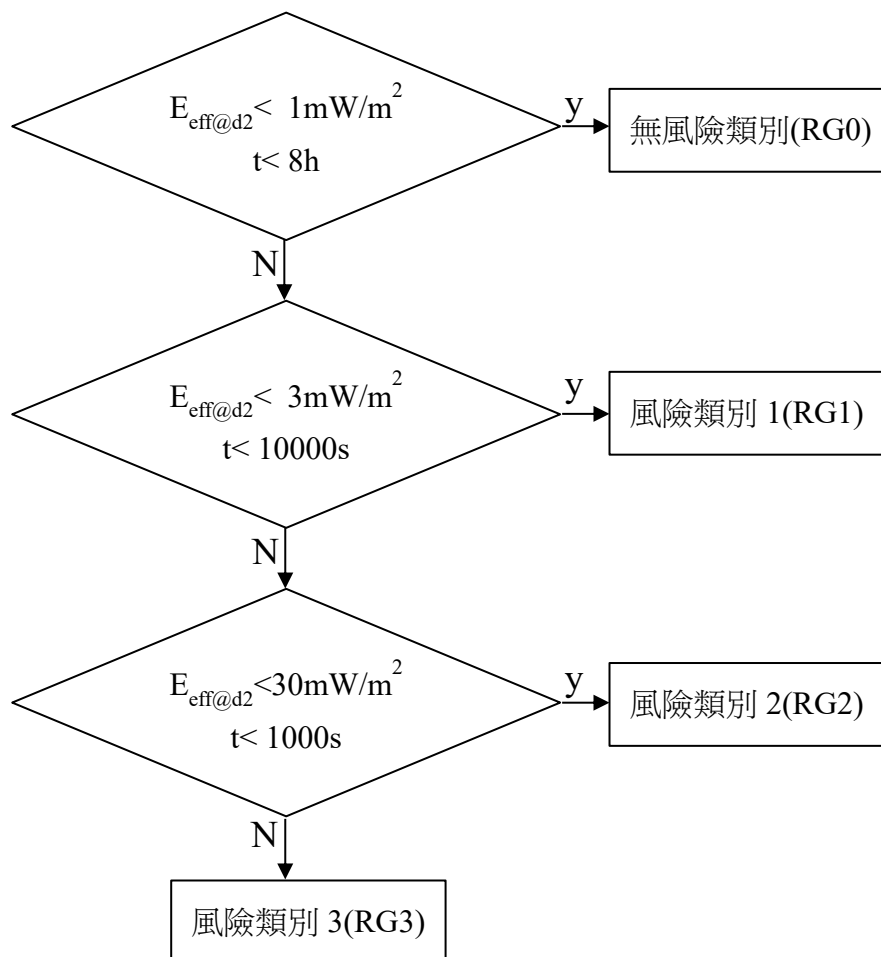
$E_{\text{eff}}@d_2$ ：UV-C LED模組或產品在距離 d_2 處的有效輻射照度(W/m^2)

對於準直光源等不滿足平方反比定律的設備，有效輻射照度應該要在UVC LED模組或

產品應用時，對人作用的平均距離處測量得到。

B.3 紫外光危害風險類別

UV-C LED模組或產品的危害風險類別等級是根據B.2節定義的200mm處有效輻照度 $E_{\text{eff}@d2=200\text{mm}}$ 來進行劃分的，如圖B.1所示。



圖B.1 UVC LED模組或產品紫外光危害風險類別等級

附 錄 C

(參考)

對預期高臭氧濃度的環境和產品的警告標籤示例



The image shows a safety label for Ozone. At the top, there are three hazard pictograms: an explosion (GHS 02), a gas cylinder (GHS 05), and a diamond-shaped hazard label with '0' at the top, '2' on the left, '3' on the right, and 'OX' at the bottom. Below these is a black rectangular box with the word '臭氧' (Ozone) in large white Chinese characters and 'Ozone' in smaller white English characters below it. Underneath the box, the text '危險！ 爆炸性！ 氧化劑！ 刺激性' (Danger! Explosive! Oxidizing! Irritant!) is written in bold black characters. Below this, the text '緊急情況概述:' (Emergency overview:) is followed by a paragraph describing symptoms like difficulty breathing, visual impairment, and others. Then, '預防措施:' (Prevention measures:) is followed by instructions to wear protective gear. Next, '急救程序:' (First aid procedure:) is followed by steps for breathing, eye/skin, and mouth. Finally, '消防程序:' (Firefighting procedure:) and '洩漏程序:' (Spill procedure:) are followed by instructions for handling fires and spills.

危險！ 爆炸性！ 氧化劑！ 刺激性

緊急情況概述:
出現不穩定淺藍色氣體;刺鼻的氣味，嚴重情況下可能出現:呼吸困難、視覺障礙、脈搏下降/血壓降低、身體不協調、胸痛、乏力、凍傷、慢性呼吸障礙、爆炸性氧化劑。

預防措施:穿戴防護服及眼鏡、手套、呼吸口罩、避免直接曝露。

急救程序:1.呼吸道:呼吸新鮮空氣並保持暢通。2.眼睛/皮膚:用溫水沖洗皮膚，將受影響的皮膚浸入溫水中，直到完全清潔。3.口腔:不得攝入食物，盡快聯繫醫生。

消防程序:非易燃，但為一種強氧化劑，能點燃可燃物，受到衝擊、高溫環境或在火焰中容易爆炸，禁止在加油時使用，易引起火災。

洩漏程序:通知安全人員，隔離區域通風，禁止進入，並保持站在上風，清除可燃物。除此之外，關閉通風系統，防止氣體洩漏到通風系統，並貼上空標籤作為廢棄物返回給供應商，並防止曝露。

參考資料

- [1] ICNIRP Guidelines “On limit of exposure to Ultraviolet radiation of wavelengths between 180nm and 400nm(incoherent optical radiation)” published in: HEALTH PHYSICS 87(2):171-186;2004
- [2] UL 8802 Outline of Investigation for UV Germicidal Equipment and Systems
- [3] UL 8803 Outline of Investigation for Portable UV Germicidal Equipment With Uncontained UV Sources