

# 中華民國國家標準

## CNS

### LED 燈、LED 燈具及 LED 模組之試驗法

#### Test method for LED lamps, LED luminaires and LED modules

CNS 草-制 1080865:2023

電機工程國家標準修正稿  
技術委員會  
會議日期:112年4月19日

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 .....	3
1. 適用範圍 .....	4
2. 引用標準 .....	4
3. 用語及定義 .....	5
4. 實驗室對試驗之要求 .....	11
4.1 一般規定 .....	11
4.2 試驗室與環境條件 .....	12
4.3 電氣試驗條件及電氣設備 .....	14
4.4 量測前之穩定 .....	17
4.5 光度與色度量測儀器 .....	17
5. 準備、架設及操作條件 .....	23
5.1 枯化點燈 .....	23
5.2 試驗設備 .....	23
5.3 架設 .....	24
5.4 LED 裝置的操作條件 .....	25
6. 光度特性量測 .....	25
6.1 一般規定 .....	25
6.2 總光通量量測法 .....	26
6.3 部分光通量量測法 .....	27
6.4 發光效率 .....	28
6.5 光強度分布與資料之表示法 .....	28
6.6 中心光強度與光束角 .....	28
6.7 輝度 .....	29
7. 色彩特性的量測 .....	29
7.1 色度量測 .....	29
8. 量測不確定度 .....	32
8.1 量測不確定度估算之指引 .....	32
9. 量測結果之表示法 .....	35
9.1 試驗報告 .....	35
附錄 A (參考) 使用本標準之指引 .....	37
附錄 B (參考) 雜散光—對測角光度計中雜散光之遮蔽 .....	39
附錄 C (參考) 實際的試驗室條件 .....	40

(共 58 頁)

附錄 D (參考)計算量測不確定度之指引 .....	47
附錄 E (參考)決定 LED 燈具光度特性額定值之指引 .....	53
參考資料 .....	56

## 前言

本標準係依據 2015 年發行之第 1 版 CIE S025，不變更技術內容，制定成為中華民國國家標準者。

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。

## 簡介

本標準提供對 LED 燈、LED 燈具(LED 裝置)及 LED 模組進行可重複之光度及色度量測要求。並為量測資料之報告提供建議。

LED 裝置可靠、準確的光度資料可用性為設計良好照明系統及評估產品性能之基本要求。透過在特定正規化量測條件下之量測獲得此等資料，宜確保不同試驗室之間資料的一致性(在宣稱之量測不確定度範圍內)及在相同基準上對不同產品之比較是可行的。

本標準之目的特別針對各種測試 LED 裝置是否符合 IEC/TC 34 “光源與相關設備” 制定的光度與色度要求(參照第 2 節)之量測方法。

LED 裝置在幾何外型及/或光色方面涵蓋多種組態。每種組態之光度與色度性能將個別予以考量。

1. 適用範圍

本標準規定以使用交流或直流電源電壓(可能搭配相關 LED 控制裝置)操作之 LED 光源、LED 模組及 LED 燈具的電氣、光度及色度量測要求。LED 光引擎應比照 LED 模組來處理。本標準涵蓋之光度與色度包括總光通量、發光效率、部分光通量、發光強度分布、中心光強度、輝度與輝度分布、色度座標、相關色溫(CCT)、演色性指數(CRI)及分角色彩均勻度(angular colour uniformity)。本標準不涵蓋基於 OLED(有機 LED)的 LED 封裝體及產品之量測規定。

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。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 10895	計量學詞彙－基本與一般概念及相關用語
CNS 15602	一般照明用 LED 模組－性能要求
CNS 15603-1	燈具性能－第 1 部：一般性要求
CNS 15603-2-1	燈具性能－第 2-1 部：LED 燈具之個別規定
CNS 15630	一般照明用安定器內藏式 LED 燈泡(供應電壓大於 50 V)－性能要求
ISO/IEC Guide 98-3:2008	Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement(GUM:1995), also JCGM 100:2008
ISO/IEC Guide 98-4: 2012	Uncertainty or measurement – Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment, also JCGM 106:2012
ISO 11664-1:2007(E)/CIE S 014-1/E:2007	Colorimetry – Part 1: CIE standard colorimetric observers
ISO 11664-2:2007(E)/CIE S 014-2/E:2006	Colorimetry – Part 2: CIE standard illuminants
ISO 11664-3:2012 (E)/CIE S 014-3/E:2011	Colorimetry – Part 3: CIE tristimulus values
ISO/CIE 19476:2014(E)	Characterization of the performance of illuminance meters and luminance meters
ISO 23539:2005(E)/CIE S 010/E:2004	Photometry – The CIE system or physical photometry

IEC/TR 60725:2012	Consideration of reference impedances and public supply network impedances for use in determining the disturbance characteristics of electrical equipment having a rated current $\leq 75$ A per phase
IEC/TR 61341:2010	Method of measurement of centre beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps
IEC 62504:2014	General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and definitions
CIE 13.3:1995	Method of measuring and specifying colour rendering of light sources
CIE 15:2004	Colorimetry, 3rd edition
CIE S 017/E:2011	ILV: International Lighting Vocabulary
CIE DIS 024/E:2015	Light Emitting Diodes (LEDs) and LED Assemblies – Terms and Definitions
CIE 84-1989	Measurement of luminous flux
CIE 121-1996	The photometry and goniophotometry of luminaires
CIE 198:2011	Determination of Measurement Uncertainties in Photometry
CIE 198-SP1:2011	Determination of Measurement Uncertainties in Photometry – Supplement 1: Modules and Examples for the Determination of Measurement Uncertainties

### 3. 用語及定義

CIE S 017/E:2011、CIE DIS 024/E:2015 所規定及下列用語及定義適用於本標準。

#### 3.1 電光源(electric light source)

將電能轉換為光輻射之主要光源。

#### 3.2 發光二極體 (light-emitting diode, LED)

具有 p-n 介面，受電流激發時發射非同調(incoherent)光輻射之固態裝置(以下簡稱 LED)。

備考 1. 光輻射可為紫外光、可見光或紅外光之波長範圍。

備考 2. “LED” 一般用於代表 LED 晶粒(或晶片)或 LED 封裝體，其亦用來代表 LED 科技之通稱。

### 3.3 LED 封裝體(LED package)

主要由一或多個 LED 晶粒，並可能包含光學元件及熱、機械與電氣介面所封裝而成之單一組件。

備考 1. LED 封裝體為 LED 裝置之最基本實際形式，類似於電晶體或 IC 元件，係將一或多個半導體晶粒集成至單個封裝中，且包含電氣、機械及熱介面，並可能附加光學元件及/或光轉換器(螢光體)。

備考 2. 一般提及“LED”，係指 LED 封裝體。

### 3.4 LED 光源(LED light source)

以 LED 技術為基礎之電光源。

備考：LED 光源可為 LED 封裝體、LED 模組、LED 引擎或 LED 燈之形式。

### 3.5 LED 燈(LED lamp)

結合一或多個 LED 封裝體或 LED 模組，並具備一或多個燈帽之 LED 光源。

備考 1. LED 燈可另有光學、熱、機械及電氣組件。

備考 2. LED 燈可為整合式(LEDi 燈)或半整合式(LEDsi 燈)，或非整合式(LEDni 燈)。

備考 3. 包含單燈帽與雙燈帽 LED 燈。

備考 4. LED 燈設計為可由非專業人士更換。

備考 5. IEC 62504:2014 的 3.15 用語之定義不同，但其意義一致。

### 3.6 整合式 LED 燈(integrated LED lamp)；LEDi 燈(LEDi lamp)

結合 LED 控制裝置及為穩定光源的操作所需之任何附加元件，專為直接連接到電源電壓而設計之 LED 燈。

備考：一些標準仍使用同義用語“安定器內藏式 LED 燈(self-ballasted LED lamp)”。

### 3.7 半整合式 LED 燈(semi-integrated LED lamp)；LEDsi 燈(LEDsi lamp)

具有 LED 控制裝置之控制單元，並由分離的 LED 控制裝置電源操作之 LED 燈。

備考：一些標準仍使用同義用語“半安定器內藏式 LED 燈(semi-self-ballasted LED lamp)”。

### 3.8 非整合式 LED 燈(non-integrated LED lamp)；LEDni 燈(LEDni lamp)

需要以分離的 LED 控制裝置操作之 LED 燈。

備考：一些標準仍使用同義用語“非安定器內藏式 LED 燈(non-self-ballasted LED lamp)”。

### 3.9 LED 模組(LED module)

由一或多個位於印刷電路板上之 LED 封裝體，可能包含電氣、光學、機械及熱處理之組件與介面，但不具備燈帽之 LED 光源。

備考 1. LED 模組可為整合式(LEDi 模組)或半整合式(LEDsi 模組)，或非整合式(LEDni 模組)。

備考 2. LED 模組通常設計成 LED 燈或 LED 燈具之部件。

### 3.10 整合式 LED 模組(integrated LED module)；LEDi 模組(LEDi module)



結合 LED 控制裝置及為穩定光源的操作所需之任何附加元件，專為直接連接到電源電壓而設計之 LED 模組。

備考：一些標準仍使用同義用語“安定器內藏式 LED 模組(self-ballasted LED module)”。

**3.11 半整合式 LED 模組(semi-integrated LED module)；LEDsi 模組(LEDsi module)**

具有 LED 控制裝置之控制單元，並由分離的 LED 控制裝置電源操作之 LED 模組。

備考：一些標準仍使用同義用語“半安定器內藏式 LED 模組(semi-self-ballasted LED module)”。

**3.12 非整合式 LED 模組(non-integrated LED module)；LEDni 模組(LEDni module)**

需要以分離的控制電路或 LED 控制裝置操作之 LED 模組。

備考 1. 一些標準仍使用同義用語“非安定器內藏式 LED 模組(non-self-ballasted LED module)”。

備考 2. 一般將裝有一或多個 LED 封裝體之印刷電路板或基板幾何結構視為 LED 陣列(LED array)，其上不含其他組件，例：電氣、光學、機械、熱等組件。

**3.13 LED 控制裝置(LED control gear)**

介於電源系統與一或多個 LED 封裝體或 LED 模組之間的單元，其作用為提供 LED 封裝體或 LED 模組額定電壓或額定電流。

備考 1. 此單元可由一或多個個別組件所組成，亦可包含調光方法、修正功率因數與抑制射頻干擾及其他控制功能。

備考 2. LED 控制裝置由電源單元與控制單元所組成，且可部分或完全整合於 LED 模組或 LED 燈內。

備考 3. IEC 標準中之用語“用於 LED 模組之控制裝置”具有相近之定義。

備考 4. “LED 驅動器(LED driver)”並未被認可指定為 LED 控制裝置之國際用語。

**3.14 LED 光引擎(LED light engine)**

組成 LED 模組且 LED 控制裝置直接連接至電源系統之整合部件或機組。

備考 1. LED 光引擎一般應具備已定義之電氣、機械、熱及控制介面，並有特定之光度特性。

備考 2. LED 光引擎可結合散熱器。

**3.15 LED 燈具(LED luminaire)**

為結合一或多個 LED 光源設計之燈具。

備考：此等 LED 光源可為 LED 燈具之整合部件。

**3.16 LED 裝置(LED device)**

在本標準中用以指定 LED 燈、LED 模組、LED 光引擎或 LED 燈具之概稱。

**3.17 光束角(beam angle)**

在通過光束軸線(optical beam axis)之平面上 2 條給定直線間之夾角，此 2 條直線分別通過 LED 裝置之正面中心與光強度為中心光強度(centre beam intensity)50 %

之點。中心光強度為在光束軸線上所測得之光強度值。

備考 1. 光束角之單位為度“°”。

備考 2. 光度角為全角度值，非半角度值。

備考 3. 光束軸線係指兩側光強度分布大致呈現對稱狀態之軸線。

### 3.18 型式試驗(type test)

針對一或多個代表成品的 LED 產品進行之符合性試驗。

### 3.19 申請人(applicant)

委任試驗之負責人。

備考 1. 申請人之例為製造商、責任供應商、使用者或主管機關。

備考 2. 通常申請人會提供為正確進行試驗所需之所有資料。

### 3.20 待測裝置(device under test, DUT)

為試驗所提交之 LED 裝置。

備考：除非經宣告，待測裝置並非型式試驗樣品。

### 3.21 電源電壓(針對 LED 裝置)(supply voltage for an LED device)

施加於 LED 光源或 LED 燈具完整單元之電壓。

### 3.22 額定值(rated value)

在製造商或責任供應商宣告的標準試驗條件下建立，用於規定用途之特性值。

備考：標準試驗條件由相關標準規定。

### 3.23 枯化點燈(針對 LED 光源)(ageing for an LED source)

LED 燈泡在初始值量測前之預先調適期間(preconditioning period)。

備考 1. 一些標準仍使用同義用語“適化點燈”(seasoning)。

備考 2. 初始值為在枯化點燈期間及穩定時間結束時量測所得之光學特性及電氣特性。

### 3.24 穩定時間(針對 LED 裝置)(stabilization time for an LED device)

LED 光源或 LED 燈具在恆定電源輸入下，其光學特性與電氣特性達到穩定狀態所需之時間。

### 3.25 周圍溫度(ambient temperature, $t_{amb}$ )

鄰近待測裝置的空氣或其他介質之溫度。

備考：周圍溫度以攝氏度“°C”表示。

### 3.26 額定最高溫度(針對組件)(rated maximum temperature of a component, $t_c$ )

零組件在正常操作條件以額定電壓/電流/電功率或其額定電壓/電流/電功率範圍之最大值操作，在零組件(LED 模組或 LED 控制裝置)外表面(若標示時則在指示之處)所可能發生之最高安全性相關容許溫度。

備考：最高溫度以攝氏度“°C”表示。

### 3.27 性能溫度(針對 LED 模組)(performance temperature of an LED module, $t_p$ )

與 LED 模組性能相關之溫度。

備考 1. 性能溫度以攝氏度 “°C” 表示。

備考 2. 性能溫度於指定之  $t_p$  點量測。

### 3.28 $t_p$ 點 ( $t_p$ -point)

為量測性能溫度  $t_p$ ，於 LED 模組表面所指定之量測點。

備考：性能溫度  $t_p$  與額定最高溫度  $t_c$  之位置可以不同。

### 3.29 額定最高性能溫度(針對 LED 模組) (rated maximum performance temperature of an LED module, $t_{p,n}$ )

與 LED 模組額定性能相關的  $t_p$  點之最高溫度。最高溫度與  $t_p$  點由製造廠或責任供應商宣告。

備考 1. 額定最高性能溫度以攝氏度 “°C” 表示。

備考 2. 對給定之性能規格，額定最高性能溫度  $t_{p,n}$  為固定值，而非變數。下標的  $n$  代表相關之宣告壽命(以千小時計)，例： $t_{p,60}$  中  $n=60$ ，代表宣告壽命為 60,000 h。

備考 3. 依所宣告之性能規格，可以有多於一個之額定最高性能溫度。

備考 4. 一些標準使用符號  $t_{p, \text{rated}}$  或  $t_{p, \text{max}}$  或  $t_{p, \text{nn}}$ ，而非  $t_{p,n}$ 。

### 3.30 額定最高性能周圍溫度(針對 LED 燈具) (rated maximum performance ambient temperature of a luminaire, $t_{q,n}$ )

在正常條件操作之燈具周圍，與燈具額定性能相關之最高周圍溫度。額定最高性能周圍溫度  $t_{q,n}$  與燈具額定性能由製造廠或責任供應商宣告。

備考 1. 額定最高性能周圍溫度以攝氏度 “°C” 表示。

備考 2. 對給定之壽命，額定最高性能周圍溫度  $t_{q,n}$  為固定值，而非變數。下標的  $n$  代表相關之宣告壽命(以千小時計)，例： $t_{q,60}$  中  $n=60$ ，代表宣告壽命為 60,000 h。

備考 3. 依所宣告之壽命，可以有多於一個之額定最高性能周圍溫度  $t_{q,n}$ 。

備考 4. 一些標準使用符號  $t_q$  或  $t_{q, \text{nn}}$ ，而非  $t_{q,n}$ 。

### 3.31 光輸出比(針對 LED 燈具)(light output ratio of a luminaire, LOR)

燈具在特定實際條件下使用自己的燈及設備操作所量測之燈具總光通量，與相同燈在燈具外以特定條件及相同設備操作所量測的個別光通量總和之比。

備考 1. 在美國使用同義用語 “燈具效率(luminaire efficiency)”。

備考 2. 在某些案例中，LOR 可用於使用可替換式光源(例：LED 燈)之燈具。使用不可替換式 LED 光源之燈具並不考慮 LOR，此等燈具只能量測燈具總光通量導致 LOR=100 %，所以其 LOR 並不重要。

### 3.32 全分光輻射通量(針對光源)(total spectral radiant flux of a light source)

光源向幾何空間中所有方向( $4\pi$  sr)發出輻射通量  $\Phi$  的分光輻射通量。

$$\Phi_{\lambda}(\lambda) = \frac{d\Phi}{d\lambda} \quad (1)$$

備考：全分光輻射通量以“每奈米之瓦數， $W \cdot nm^{-1}$ ”為單位表示。

### 3.33 部分光通量(針對光源，在規定之圓錐角內)(partial luminous flux of a light source, within a specified cone angle )

光源在規定之圓錐角  $\alpha$  範圍內發出之光通量，該圓錐角之值由光源之光強度分布  $I(\theta, \varphi)$  決定。

$$\Phi_{\alpha} = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\alpha/2} I(\theta, \varphi) \sin\theta \, d\theta \, d\varphi \quad (2)$$

備考 1. 部分光通量以流明(lm)為單位表示。

備考 2.  $(\theta, \varphi) = (0, 0)$  代表圓錐中心軸之方向。

備考 3. 圓錐角  $\alpha$  為此圓錐之全角(直徑)。

備考 4. 一些應用使用同義用語“圓錐光通量”(cone luminous flux)。

備考 5. “有效光通量(useful luminous flux)”也有類似之意義，但其依據之圓錐軸為光源之光束軸，在此軸線兩側之光強度分布大致呈現對稱狀態。

### 3.34 絕對光度測定法(absolute photometry)

直接以 SI 單位量測光度特性之程序。

備考 1. 此用語常用於燈具之測角光度測定法，其與相對光度測定法(參照 3.35)意義相反。光強度分布以單位為燭光(cd)之絕對數值進行量測及作報告。

備考 2. 絕對值之量測需將儀器針對適用之 SI 單位校正。

### 3.35 相對光度測定法(relative photometry)

取得 2 個光度特性值比值之量測法。

備考 1. 此用語常用於燈具之測角光度測定法，光強度分布之量測為以相同光源的總光通量正規化後之相對值，其單位為“cd/klm”。

備考 2. 此方法不適用於 LED 光源及使用整合式 LED 光源之燈具。

### 3.36 光度計頭(photometer head)

結合偵測器與將所檢測輻射分光加權的設施之單元。

備考 1. 可包含對光的方向性評估之設施，例：擴散窗(diffusing windows)、透鏡(lense)及光孔(aperture)。

備考 2. 本標準中光度計頭係指照度量測單元，含有偵測器、 $V(\lambda)$ 修正濾光元件、及其他在此單元內之元件(透光孔、擴散窗、擴大器等)。

### 3.37 追溯性(traceability)

量測結果可與透過有記錄、沒有中斷的校正鍊結參考件建立關連性之特性，其間

之鍊結都會增加量測不確定度。

### 3.38 許可差區間(tolerance interval)

1 項屬性之容許值間隔區域。

備考 1. 除非特別指明，許可差之限制值包含於許可差區間。

備考 2. 此用語“許可差區間”使用於符合性評估時與統計學上的用法有不同之意義。

### 3.39 接受區間(acceptance interval)

容許量測數值之間隔區域。

備考：除非在規格中特別指明，接受區間之限制值包含於接受區間。

## 4. 實驗室對試驗之要求

### 4.1 一般

#### 4.1.1 標準試驗條件

LED 裝置的光度、色度及電氣特性之量測，應在適合操作待測裝置的規定標準試驗條件下透過適當之設備與程序進行。標準試驗條件包括一設定值與許可差區間。理想情況下，待測裝置之操作條件參數(例：試驗電壓)應正確固定在設定值。但在實際情況下，並無法正確固定在設定值而有一些偏差，因此在本試驗方法中為每個設定值規定許可差區間。若有必要，依設定值進行調整以修正結果。量測結果的表示應為在標準試驗條件之設定值下的量測結果。此外，試驗設備應符合特定要求，通常為儀器性能特性之最大值或最小值(或一數值範圍)。許可差區間與具體要求在 4.2、4.3、4.4 及 4.5 中以斜體字顯示。

當儀器用於量測與量測相關之量值絕對值時，所有量測均應追溯至 SI。量測報告應包括量測不確定度之敘述(於第 8 節中詳述)。第 4 節中所有儀器不確定值以 95 % 信心區間(confidence interval) 之擴充不確定度(expanded uncertainty)(通常涵蓋因數  $k=2$ )表示。

試驗應在所有試驗條件之許可差區間內，且所有儀器滿足 4.2、4.3、4.4 及 4.5 中具體要求條件下進行。在此情況下之量測視為符合標準條件。為進一步降低量測之不確定度，其結果可針對在許可差區間內之偏差作修正，以求得在標準試驗條件設定值下之結果。設定值通常為許可差區間之中心值，但並非總是如此。

在無法符合某些標準試驗條件或規定之情況下，若相關量測值修正至標準試驗條件之結果，則可允許超出許可差區間或規定之偏差。在此情況下，修正參數之特定不確定度成分應進行評估，並納入最終不確定度估算(uncertainty budget)。實際量測條件及對標準試驗條件進行參數修正之事實應在試驗報告中說明。

為實施修正，應確定待測裝置之靈敏度係數(sensitivity coefficients)。應於待測

裝置與所有修正參數相關之數值達穩定條件時才實施修正。

備考：若量測相同型式之多個產品，可使用此型式或對等型式的 1 個待測裝置量測所得之靈敏度係數對其他待測裝置作修正。

對不確定度估算，宜分析待測裝置的主要特性(及相關之靈敏度係數)。然而，在實務中對待測裝置之所有特性進行詳細評估並非總是可行或實際。因此，若無法取得詳細資訊，附錄 C 中待測裝置性能之靈敏度值可用於評估量測不確定度，但這些靈敏度值不應用於修正用途。

作為不確定度估算基礎之評估模型，及使用的所有修正因數與所作之不確定度成分評價的細節應由實驗室保存並依要求提供。

除已由本標準明確規定之量測設備外，若能證明可產生等效結果，可接受不同之量測設備設計與配置。

附錄 A 提供實際的實驗室條件之進一步細節及實例，第 8 節及附錄 D 提供決定不確定度之指引。

#### 4.1.2 許可差區間

對於每個標準試驗條件，給予用於設定待測裝置操作條件之相關參數許可差區間。應考慮相關參數之量測不確定度以確保該參數在許可差區間內。為此，接受區間定義為將許可差區間減去量測參數於許可差兩限制值之擴充不確定度(95%信心水準)。待測裝置參數之量測結果應位於接受區間內。參照圖 1 所示。參數的量測不確定度包含量測儀器之校正不確定度及量測條件的額外貢獻。附錄 A 提供有關許可差區間與接受區間之其他資訊及一些範例。ISO/IEC Guide 98-4 提供關於接受區間概念之更多資訊。

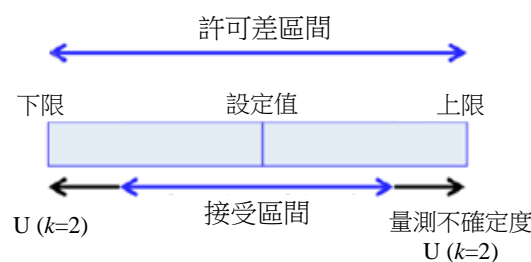


圖 1 許可差區間與接受區間之圖示

## 4.2 實驗室與環境條件

### 4.2.1 試驗室

應在環境效應(例：煙霧、灰塵、霧氣、振動)對量測的影響可忽略不計之房間內進行量測。

周圍環境之佈置應儘量減少漫射光，若仍有顯著之漫射光，應修正其引起之誤差。附錄 B 提供更多資訊。

#### 4.2.2 周圍溫度

LED 燈、LED 光引擎(專為適用周圍溫度設計)及 LED 燈具之量測設定周圍溫度  $t_{amb}$  應為 25.0 °C。

許可差區間：±1.2 °C。

為符合此要求，溫度量測結果應在接受區間內(參照 4.1.2)。例：若溫度量測之不確定度為 0.2 °C，則接受區間將為 ±1.0 °C。若不確定度較大，接受區間將變窄。

周圍溫度應於能代表待測裝置臨近環境之點進行量測。對於積分球，溫度計感測器宜位於球體內部，且高度與待測裝置相同，或接近待測裝置之高度(若待測裝置安裝於積分球頂部之  $2\pi$  空間架構)。溫度量測應不受待測裝置直接輻射之影響，應設有隔板以防止光直射感測器。

房間內空調與任何加熱器應正確設置使氣流及輻射熱不直接影響待測裝置或溫度感測器。

應注意確保溫度計及其外殼不會在光的量測路徑上造成干擾。

備考：空氣溫度可使用任何方便及適當類型之溫度計(例：玻管液體型、熱電偶及熱敏電阻器)進行量測。此用途所使用的溫度計通常封裝在外表面拋光之金屬外殼中以反射輻射(但在必要時需加隔板以防止反射光到達偵測器)。

若申請人為待測裝置指定 25.0 °C 以外之宣告周圍溫度(例：用於冰箱顯示窗之 LED 燈具)，除非在該溫度下進行量測，否則先報告 25.0 °C 之量測結果，然後應建立使用轉換因數(service conversion factor)以便將在 25.0 °C 量測的光度值轉換為指定周圍溫度下之數值。這可透過量測此裝置在熱室或具溫度控制之量測系統(例：具有空氣溫度控制之積分球)中總光通量(或光強度或固定方向的輝度)之比來達成。此使用轉換因數需單獨報告。

#### 4.2.3 表面溫度( $t_p$ 點溫度( $t_p$ -Point Temperature))

LED 模組，除專為適用周圍溫度設計之光引擎外，所有量測值應依其額定性能溫度  $t_p$  作報告。

許可差區間：±2.5 °C。

為符合此要求，溫度量測結果應在接受區間內(參照 4.1.2)。例：若溫度量測之不確定度為 0.5 °C，則接受區間將為 ±2.0 °C。若不確定度較大，接受區間將變窄。

備考 1. 溫度計之校正不確定度可能很小，例：0.2 °C，但表面溫度之量測會增加額外分量，例：溫度計與表面之熱接觸，而在某些案例中導致量測不確定度高達 2.0 °C。

備考 2. LED 模組的額定性能溫度值  $t_p$  可超過一個，取決於關連之宣告額定壽命。

備考 3. 一旦 LED 模組整合至光引擎或燈具中，且其  $t_p$  點無法觸及，製造商或申

請人應標示一個溫度監測點及此點溫度與性能溫度之間的關係(或提供特別準備可觸及  $t_p$  點之待測裝置)。

應注意確保溫度計及其外殼不會在光的量測路徑上造成干擾。表面溫度量測裝置不應影響待測裝置之熱行為，並同時確保待測裝置表面與溫度計之間的良好熱接觸。

#### 4.2.4 空氣流動

量測應在靜止的空氣中進行(設定值：空氣流速為 0)。

許可差區間：0 m/s 至 0.25 m/s。

為符合此要求，量測結果應位於接受區間內(參照 4.1.2)。若空氣流動量測之不確定度為 0.05 m/s，則接受區間將為 0 m/s 至 0.20 m/s。若不確定度較大，接受區間將變窄。

備考 1. 在待測裝置周圍之空氣流動可能改變其有效操作溫度，其結果為光通量值也可能發生變化。此等空氣流動可能由氣流、空調、此裝置在測角光度計中之移動，或測角光度計支架本身移動所造成。

備考 2. 若為積分球量測，積分球閉合時即可視為符合上述要求，除非積分球內部有風扇驅動之空氣溫度控制裝置，則需要作說明。然而，關閉積分球的動作可能使待測裝置周邊形成氣流，因此有時需等待一小段時間使待測裝置在球體關閉後穩定。

備考 3. 對溫度變化高度敏感的 LED 裝置，可能需要較低之空氣流速(例：低於 0.10 m/s)。

空氣流動應在設備附近量測，並應忽略待測裝置強制冷卻或自身加熱之任何影響。

若使用在量測期間會移動光源位置之測角光度計，應選擇能充分滿足上述要求的移動速度，或應作適當之修正。

#### 4.2.5 操作方位

具體要求：待測裝置應在穩定及測試期間保持在其設計之操作條件。

備考：此要求不適用於 LED 模組，其溫度已設定及維持在其性能溫度(參照 5.3.1)。

若無法符合此要求，則量測應修正成設計操作方位之性能。

例：可使用輔助光度計法以修正光度之量測，此方法監測固定方位的待測裝置之相對光強度。在此方法中，參考值與在不同操作方位量測時以輔助光度計量測值之比值視為量測修正因數。參考值為光源以其設計操作方位操作達穩定後，以輔助光度計量測之光輸出。在所有量測期間，輔助光度計與待測裝置之相對位置須保持固定。

#### 4.3 電氣試驗條件及電氣設備



#### 4.3.1 試驗電壓及試驗電流

設定值為在待測裝置的電源端子處量測所得之待測裝置額定電源電壓，或待測裝置的額定電源電流(以 DC 電流輸入之 LED 模組)。

許可差區間：RMS (均方根值)交流電壓為 $\pm 0.4\%$ ，DC 電壓為 $\pm 0.2\%$ 。對於以 DC 電流輸入之 LED 模組，DC 電流為 $\pm 0.2\%$ 。

為符合此要求，量測結果應在接受區間內(參照 4.1.2)。若 AC 電壓量測之不確定度為 $0.2\%$ ，則接受區間將為 $\pm 0.2\%$ 。4.3.2 中規定電壓計及電流計校正不確定度之具體要求。

試驗電壓應在待測裝置之電源端子處(而非電源輸出端子)進行量測，以避免電纜與連接器所造成之電壓下降錯誤。

若額定電源電壓經指定為一範圍，則應根據適當的 CNS/IEC LED 性能標準(參照第 2 節)或區域標準選擇試驗電壓。

備考：CNS/IEC LED 性能標準通常為針對連接至電源線路或以恒定電壓操作之終端使用者裝置。對於某些 LED 模組，可以電流控制替代。

#### 4.3.2 電氣量測

應以合適之量測設備量測 AC/DC 電壓、電流及功率。

具體要求：AC 電壓計與電流計之校正不確定度應不大於 $0.2\%$ 。DC 電壓計與電流計之校正不確定度應不大於 $0.1\%$ 。

AC 功率的量測應使用合適之功率計或電力分析儀進行。功率計應具有適當的頻寬以涵蓋電流之諧波含量。

具體要求：AC 功率計或電力分析儀之校正不確定度應不大於 $0.5\%$ ，頻寬應至少為 $100\text{ kHz}$ 。若顯示無顯著之高頻分量(高於 $5\text{ kHz}$ 或 $30\text{ kHz}$ )，則可降低頻寬要求(分別為 $5\text{ kHz}$ 或 $30\text{ kHz}$ 以上)。

備考：LED 產品可顯示也可不顯示顯著的高頻分量( $> 5\text{ kHz}$ )，取決於所使用之輔助儀器(控制裝置、調光器等)。對於產生顯著的高頻分量之 LED 控制裝置，即使頻寬為 $100\text{ kHz}$ 也可能不足，對於此等特別情況，宜採用電力分析儀(例： $1\text{ MHz}$ 頻寬)。

所有電源電流的引線與連接應牢靠的固定且其阻抗夠低。量測電路應符合相關的 CNS/IEC 燈標準。應使用 4-線式之量測技術。對於 LED 燈具，連接端子為電壓量測之參考點。

當量測耗電量很小之 LED 裝置時，應確保電壓計或功率計之阻抗夠高，以避免因漏電流引起誤差。

具體要求：電壓量測電路之內部阻抗應至少為 $1\text{ M}\Omega$ 。

備考：部分待測裝置具有高阻抗，因此可能需使用具更高內部阻抗之設備。

DC 功率量測可直接使用適當之儀器進行，或由電壓與電流量測值計算而得。

#### 4.3.3 電源

#### 4.3.3.1 電流能力

針對要連接的負載，電源應有足夠之電流處理能力。特別是，具輔助變壓器之電源阻抗應非常低。

#### 4.3.3.2 AC 電源網路

AC 電源的電壓應在待測裝置之電源端子處調節。

具體要求：在待測裝置量測期間，電源電壓如有任何漂移或波動，仍應維持在試驗電壓之接受區間內(4.3.1)。

若超出許可差區間，應對結果作修正。

電源應具有正弦電壓波形。當與待測裝置連接及供電時，電源網路(電源單元、電纜及連接器)電壓波形總諧波失真( $THD_v$ )應受到限制。

具體要求：在待測裝置的電源端子上量測之  $THD_v$  不應超過 1.5 %。若待測裝置之功率因數高於 0.9，則  $THD_v$  可超過 1.5 % 但應小於 3 %。

備考 1. 總諧波失真  $THD^{(1)}$  為諧波分量和(在此文中指 2 階至 500 階之諧波電壓分量  $U_h$ )與基本分量  $U_1$  之 RMS 值比值，如下列公式所示：

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{500} \left( \frac{U_h}{U_1} \right)^2} \quad (3)$$

備考 2. 電氣量測結果可取決於電壓之  $THD$ ，而電壓的  $THD$  取決於 AC 電源網路之電源阻抗及 LED 裝置的電流波形。隨著待測裝置的功率因數變小(特別是在功率因數小於 0.5 時)及產生更顯著之高頻分量時，此效應會更大。若電路在此等頻率出現高阻抗，則可能發生重大量測誤差。為分析誤差並減少量測電量之不確定度，可使用修正程序以 IEC/TR 60725:2012 規定的參考阻抗補償電源網路阻抗偏差之影響。

備考 3. 電路阻抗(電纜長度、回路)對電氣量測的影響程度可由一單獨、低阻抗，並在光度量測以外之量測電路(短電纜長度、無回路)檢查。觀察到之差異宜列入不確定度評量中。

電源電壓之頻率應維持在所需頻率。

具體要求：電源電壓的頻率應維持在所需頻率之相對許可差區間  $\pm 0.2\%$  以內。

註<sup>(1)</sup> 公式(3)中使用的特性符號“ $THD$ ”並不符合 CIE 及其他標準化組織關於數量符號表示法之規則。無論如何，由於該符號已在 IEC 中引入並在其標準中廣泛使用，因此作為特例，在此處保留 IEC 標準之定義。

#### 4.3.3.3 DC 電源

DC 電源的電壓應在待測裝置之電源端子處調節。

具體要求：在待測裝置量測期間，電源電壓如有任何漂移或波動，仍應維持在試驗電壓之接受區間內(4.3.1)。

對使用直流電流輸入之 LED 模組，電流應調整至試驗電流之接受區間內。  
電源應無交流漣波。

具體要求：電源電壓不應包含超過直流電壓 0.5 % 之交流分量(以 RMS 值計算)。

#### 4.3.3.4 電磁相容性

電源及其鄰近之電氣設備不應影響電氣或光度量測設備。

#### 4.4 量測前之穩定

應在待測裝置達到穩定條件後才開始量測。量測設備也應先達到穩定條件。

在穩定期間，光輸出及電功率之量測至少應以 1 min 之間隔進行。

##### 4.4.1 LED 燈及 LED 燈具

本節之程序適用於 LED 燈(整合式、半整合式、非整合式)及 LED 燈具，以及結合散熱器之 LED 光引擎。

具體要求：

待測裝置至少應操作 30 min，若觀測點過去 15 min 之光輸出及電功率最大讀值與最小讀值之相對差異，小於最小讀值之 0.5 % 時，則視為已達穩定狀態。若待測裝置已預先進行暖燈操作(pre-burned)，則不需操作 30 min，只要過去 15 min 之讀值符合上述要求，則可視為已達穩定狀態。

若待測之 LED 燈在 45 min 操作時間內、或 LED 燈具在 150 min 操作時間內，出現大幅波動而無法達到穩定狀態，則可開始進行特性量測，並將讀值波動之觀測結果記錄在試驗報告中。然而，若讀值非無規則性之波動，而為可觀察到之緩慢下降梯度變化，則只能在符合穩定條件時才可開始量測。

備考：一般在穩定狀態觀測過程中，光輸出將緩慢衰減至達到熱穩定狀態為止，但由於受電子裝置所影響，在接近熱穩定狀態時仍可能發生讀值漂移。

穩定狀態與組件之熱平衡密切相關。可進行暖燈操作(光源在架設於量測系統前之操作)，以縮短在量測系統內達到穩定狀態之時間。尤其在針對相同型式之多個產品進行量測時，若能證明暖燈操作法的程序可與採用一般程序時達到相同之穩定條件，則可縮短量測時間。

##### 4.4.2 LED 模組

本節之程序適用於 LED 模組(整合式、半整合式、非整合式)，但不包含結合散熱器之 LED 光引擎(依周圍溫度而決定)。熱條件由待測裝置在  $t_p$  點量測之性能溫度  $t_p$  決定。LED 模組的溫度通常使用溫度控制之散熱器或額外加熱調整。

具體要求：當溫度達到並維持在指定之性能溫度  $t_p \pm 1.0$  °C 內 15 min 時，則 LED 模組之溫度可視為穩定。

對於結合散熱器之 LED 光引擎，應先在 25 °C 周圍溫度中進行 4.4.1 之程序，並記錄其性能溫度  $t_p$ 。接著進行 4.4.2 中的程序，於另外指定之  $t_p$  進行量測。

#### 4.5 光度與色度量測儀器

量測光度與色度特性時，一般使用下列之儀器：

- 積分球系統：
  - 積分球-光度計(以光度計頭當偵測器)。
  - 積分球-分光輻射計(以分光輻射計當偵測器)。

備考 1. 積分球系統包含積分半球球體。積分球-光度計包含積分球及一個三色刺激色度計，此三色刺激色度計作為光度計頭(Y 通道)及用於相對光色量測，但不建議用於絕對光色量測。

- 測角光度計系統：
  - 測角光度計(以光度計頭當偵測器)。
  - 測角-分光輻射計(以分光輻射計當偵測器)。
  - 測角-色度計(以三色刺激色度計當偵測器)。

備考 2. 測角光度計包含近場測角光度計。測角-色度計用於相對色彩量測，因此可用於分角色彩均勻度(angular colour uniformity)量測，但不建議用於絕對色彩量測。

- 輝度計。

備考 3. 輝度計包含成像輝度量測裝置(imaging luminance measurement devices, ILMD)。

若能證明可產生與傳統積分球系統或傳統測角光度計系統同等的結果，則可接受包含積分半球、近場測角光度計及 ILMD 之其他類型量測儀器。

根據要量測之產品類型及量測量選擇儀器。不需光強度分布資料之小尺寸產品(例：LED 燈)可使用積分球系統進行量測。燈具通常需要光強度分布資料，因此需使用測角光度計系統。為量測光色特性，需使用球體-分光輻射計、測角-分光輻射計或測角-色度計。

所有量測設備均應進行校正以確保與 SI 之追溯性。所有光度量測應基於明視覺之視效函數  $V(\lambda)$ (參照 ISO 23539/CIE S 010)。對於光度計的校正、檢查以等級指數之詳細說明，參照 ISO/CIE 19476:2014。

#### 4.5.1 光度計之分光響應要求

對於使用  $V(\lambda)$ 修正過的偵測器(積分球-光度計、測角光度計、輝度計)之儀器，應符合下列要求：

具體要求：總相對分光響應(total relative spectral responsivity, 包含積分球與光度計)之總和  $V(\lambda)$ 失配指數  $f_1'$ 應不大於 3 %。

若符合此要求，白光 LED 裝置之量測可不作分光失配修正，但仍高度建議作修正。發出彩色光之 LED 裝置(例：紅色、綠色或藍色單色光 LED 模組)需作分光失配修正。

若無法符合上述對  $f_1'$ 之要求，但能在量測每個待測裝置時實施分光失配修正，則可允許進行測試。在此情況下，應在報告上記載系統的實際  $f_1'$ 值與所作之修

正(參照 4.1.1)。

若未進行分光失配修正，則應依估計的分光失配誤差評估對不確定度之影響，其根據為系統之相對分光感度資料，若沒有資料則根據  $f_1$ '值(參照附錄 C.3.5)。當使用  $f_1$ '值時，宜將  $f_1$ '值不確定度列入量測不確定估算之考量。若已進行分光失配修正，仍會有來自使用資料之不確定度影響。

備考：CIE 正在制訂一個新的標準，規定在量測暗視覺(scotopic)及中介視覺(mesopic)之光度特性時所使用與  $V(\lambda)$ 不同之視效函數。

#### 4.5.2 積分球(所有類型)

積分球應配備輔助燈以能進行自我吸收(self-absorption)之量測。

備考 1. 自我吸收效應是否顯著，取決於待測裝置與積分球之尺寸、待測裝置的形狀及尺寸與參考燈之差異，以及待測裝置與積分球內壁塗層反射率特性之差異。

積分球體的尺寸相對於待測裝置應夠大以避免由擋板及待測裝置本身引起之球體感度空間不均勻度造成較大誤差。

具體要求：當待測裝置安裝於球體中心時( $4\pi$  空間架構)，待測裝置的總表面積(包絡表面)不應超過球體內表面總面積 2 %。(這對應於立方形待測裝置，其邊長為球體直徑的 1/10)。當待測裝置安裝於球體之開孔處時( $2\pi$  空間架構)，開孔之直徑不應超過球體直徑的 1/3。

當線形待測裝置安裝於球體中心時( $4\pi$  空間架構)，其長軸宜位於偵測器頭與球體中心之連線上以儘可能縮小擋板之尺寸。

積分球內壁塗層應為漫散性(diffuse)、高反射率、無分光選擇性及無螢光性。建議積分球-分光輻射計系統之塗層反射率要大於 90 %。

備考 2. 若待測裝置與參考燈之光強度分布不同，整個球體之反射率不均一定會產生重大影響。

積分球內的光源支架與輔助設備之尺寸宜儘可能小。積分球內所有擋板及待測裝置的支撐結構都儘可能塗具有最高漫射反射率之塗層。

備考 3. 擋板向著偵測器的面可有較低之反射率，及可適用與球體內壁相同之塗層。

偵測器埠的入口光學元件應經餘弦修正過(cosine corrected)。通常為在入口埠使用擴散器或衛星積分球。

具體要求：積分球的光度計頭或分光輻射計入口埠之餘弦修正值  $f_2$  應為 15 % 或更低。

積分球系統應有足夠的機械可重複性，以使積分球因待測裝置之量測而打開與關閉時仍能使球體響應保持不變。

具體要求：積分球打開與關閉之可重複性應在  $\pm 0.5$  % 以內，並應列入不確定度估算考量。

積分球系統(包括量測裝置)在兩次校正之間應具有足夠的響應穩定性。積分球系統的穩定性檢查宜先在校正後立即量測穩定的燈，然後定期量測同一燈以判斷積分球響應之漂移或偏差。

具體要求：除非積分球在每次量測前立即進行校正，否則積分球應以適當週期進行重新校正以使積分球響應在其間之漂移或偏差小於 0.5 %。

積分球宜以具有與待測裝置光強度分布相近(例：全方向性，或指向性)之參考標準進行校正。參考標準與待測裝置光強度分布之差異宜列入不確定度估算考量。

#### 4.5.2.1 積分球-分光輻射計

積分球-分光輻射計系統應根據可追溯至 SI 之總分光輻射通量標準進行校正或查證。

若沒有全分光輻射通量標準燈，則使用者可從分光輻照度標準燈(spectral irradiance standard lamp)及總光通量標準燈(均需可追溯至 SI)得出標準。在此情況下，宜在報告中記載推導方法及相關資料(例：光譜的角均勻性，或標準燈相關色溫之角均勻性)。

不可只將配合積分球使用的分光輻射計作分光輻照度校正而未考慮積分球之相對分光轉出性(spectral throughput)。積分球與分光輻射計應當成一個系統進行全分光輻射通量校正。

用於積分球-分光輻射計系統之分光輻射計應能涵蓋所有可見光波長範圍，並具有針對 LED 待測裝置量測之適當波段寬度與掃描區間(scanning interval)。

具體要求：

- 波長範圍至少應包含 380 nm 至 780 nm。
- 分光輻射計之波長不確定度應在 0.5 nm 以下(k=2)。
- 波段寬度(半高全寬，full width half maximum)與掃描區間應不大於 5 nm。

分光輻射計應對可見光範圍內每個波長之輻射輸入有線性響應。不確定度估算應將非線性特性之影響列入考慮。

不確定度估算應將分光輻射計之內部漫射光列入考慮。

用於自我吸收量測的輔助燈宜能發出整個波長範圍之可見光。

#### 4.5.2.2 積分球-光度計

積分球-光度計系統應根據可追溯至 SI 之總光通量標準進行校正。如能有與待測裝置分光分布相近之標準燈為最理想。

積分球-光度計系統應具有與明視覺之視效函數  $V(\lambda)$  相配之總相對分光響應性(積分球加光度計頭)。積分球-光度計系統整體  $V(\lambda)$  失配指數( $f_1'$ )應符合 4.5.1 中之要求。

若有需要，應進行分光失配修正。進行修正需瞭解待測裝置的相對分光分布及積分球-光度計系統之相對分光響應性。有關分光失配修正，參照附錄 C 之說明。積分球-光度計系統的  $f_1'$  值取決於光度計頭之相對分光響應性及積分球的

相對分光轉出性(throughput)(函數為  $\rho(\lambda)/(1-\rho(\lambda))$ ，其中  $\rho(\lambda)$  為積分球內表面之分光反射率)。分光失配修正也需要這二者。單獨使用光度計頭之分光響應資料會導致重大誤差。

積分球之相對分光轉出性會隨時間變化，特別是當球體為新的，或球體被大量使用及受到污染時。宜定期量測積分球之分光轉出性以更新  $f_1$  值或分光失配修正資料。若球體內壁表面之反射率高(> 95%)，這一點特別重要。

備考：積分球系統之相對分光轉出性量測指引可參照 IES LM-78 (2007)之附錄 B。

若能有與待測裝置分光分布相近的自我吸收量測用之輔助燈為最理想，特別是在量測單色 LED 模組時。

#### 4.5.3 測角光度計(所有類型)

測角光度計應具有涵蓋 LED 裝置整個發光立體角度之角掃描範圍，尤其是在量測總光通量時。

具體要求：瞄準待測裝置的角度應調整並維持在預期方向之  $\pm 0.5^\circ$  範圍內。角度顯示之讀值解析度應為  $0.1^\circ$  或更高。

對於光強分布量測，使用傳統(遠場)測角光度計的程序假定將光源之發光區域視為實際上是點光源。要依據平方反比定律(inverse square law)從照度量測中得出發光強度量測需足夠的光度量測距離。

遠場光度的試驗距離之具體要求：

- 對於在所有 C-平面上具有接近餘弦(Lambertian)分布(發光角  $\geq 90^\circ$ )之待測裝置： $\geq 5 \times D$ 。
- 對於在部分 C-平面上具有不同於餘弦分布的寬角分布(發光角  $\geq 60^\circ$ )之待測裝置： $\geq 10 \times D$ 。
- 對於具有窄角分布、光強度分布梯度陡峭，或有臨界眩光控制之待測裝置： $\geq 15 \times D$ 。
- 對於在發光區之間有大的無發光區之待測裝置： $\geq 15 \times (D+S)$ 。

上述要求中，D 代表待測裝置之發光尺寸最大值，S 代表待測裝置上二個相鄰發光區之間的最大距離。

備考 1. 套用上述距離，可預期平方反比定律之查證在光軸上比 1% 好，在發光角之 2 倍角度內則為 3%。可使用其他可查證此定律之距離而不需修正(參照附錄 C.3.6)。

備考 2. 對於某些 LED 產品，其中個別 LEDs 實際上作為指向不同方向之小泛光燈(例：線性燈具上分散的 LEDs (divergent LEDs)，或在 1 個 LED 燈具裝入分開之 LED 模組)，以上建議之試驗距離可能不足。若有疑慮，宜查證平方反比定律之套用是否正確。

對於近場光度，測試距離理論上認為無限，但宜加以查證。

總光通量之量測(而非光照強度分布)不需遠場條件，因總光通量可透過將照度分布積分而得。

測角光度計通常存在一些角區域(稱為死角)，來自光源發出之光會被其機械結構阻擋，例：用於固定光源之手臂。若測角光度計的死角大到立體角超過 0.1 sr (相當於大約 10°之圓錐角範圍)，除非經過適當修正，否則不宜使用於量測全方向發光型燈或此類燈具之總光通量。

#### 4.5.3.1 使用光度計頭之測角光度計

光度計頭的相對分光響應(若有使用反射鏡，計入鏡面之分光反射率)應與明視覺分光視效函數  $V(\lambda)$  相匹配。光度計頭(包含反射鏡，若有使用)的綜合分光失配指數  $f_1$  應滿足 4.5.1 之要求。

必要時，應進行分光失配修正。對於此修正，需有待測裝置的相對分光分布及光度計頭之相對分光響應(包含反射鏡，若有使用)。有關分光失配修正，參照附錄 C。

測角光度計應根據可追溯至 SI 之發光強度標準或照度標準進行校正。若還需量測總光通量，則量測的總光通量值(以 lm 表示)也應透過量測可追溯至 SI 之總光通量標準進行查證。替代方法為，若測角光度計的死角不影響總光通量標準燈之量測，則可將測角光度計根據可追溯至 SI 之總光通量標準進行校正。

備考：對於反射鏡型測角光度計，通常使用發光強度標準燈來校正光度計頭，在此情況下，光度量測距離及反射鏡之反射率會自動包含在校正中。



#### 4.5.3.2 測角-分光輻射計

根據可追溯至 SI 之分光輻照度或分光輻射強度標準校正測角-分光輻射計。對於反射鏡型測角-分光輻射計，若使用分光輻照度標準，則應考慮反射鏡之分光反射率。若還需量測總光通量，則量測值(以  $W/nm$  表示)也應透過量測可追溯至 SI 之全分光輻射通量標準燈進行查證。替代方法為，若測角-分光輻射計的死角不影響全分光輻射通量標準燈之量測，則可將量測總光通量或全分光輻射通量的測角-分光輻射計，根據可追溯至 SI 之全分光輻射通量標準進行校正。用於測角-分光輻射計系統之分光輻射計應能涵蓋可見光波長範圍，並具有量測待測 LED 裝置之適當波段寬度及掃描間隔。波長範圍應涵蓋至少 380 nm 至 780 nm。

具體要求：波段寬度(半高全寬)及掃描間隔不應超過 5 nm。分光輻射計之波長不確定度應在 0.5 nm 以下( $k=2$ )。

分光輻射計應對可見光範圍內每個波長之輻射輸入有線性響應。不確定度估算應將非線性特性之影響列入考慮。

不確定度估算應將分光輻射計之內部漫射光列入考慮。

#### 4.5.3.3 測角-色度計

測角-色度計使用三色刺激色度計頭(為濾光器與偵測器之組合，具有與 CIE 色度匹配函數匹配之分光響應)量測三色刺激值  $X, Y, Z$ 。測角-色度計之  $Y$  通道應符合 4.5.3.1 之要求。

除另有證明，否則不應單獨以測角-色度計進行絕對色度特性量測，只能用於量測色度差異。(或者，對一特定待測裝置可將相對色度量測結合分光輻射計之校正)。

#### 4.5.4 輝度計

輝度計應以可追溯至 SI 之輝度標準進行校正。以下適用於傳統輝度計(單點輝度量測裝置)及成像輝度量測裝置(ILMD)。

輝度計之相對分光響應應與明視覺分光視效函數  $V(\lambda)$  相匹配。輝度計的綜合分光失配指數  $f_1$  應滿足 4.5.1 之要求。

必要時，應進行分光失配修正。對於此修正，需要待測裝置的相對分光分布及光度計之相對分光響應。有關分光失配修正，參照附錄 C。

若使用 ILMD，應將它與一使用獨立輝度量測的典型 LED 裝置之量測結果作比較以查證其量測不確定度。

### 5. 準備、架設及操作條件

#### 5.1 枯化點燈

枯化點燈應依據相關之 LED 產品性能標準(參照第 2 節)

#### 5.2 試驗裝置

申請人應提供正確使用所需之所有說明書。裝置之光學部件應保持清潔，除非申

請人另有要求(例：維持率之判定)。

### 5.3 架設

#### 5.3.1 操作方向

LED 燈應在自由流動之空氣中，以燈帽在上之垂直方位操作，除非申請人(或法規)指定其他操作方向。若申請人宣稱該燈只適合於特定方向使用，則在所有試驗期間該燈應依所宣稱之方向安裝。若在試驗期間使用不同的操作方位，則適用 4.2.5 之規定。

LED 燈具應安裝在製造商建議合於預設用途之操作方位，以使其因裝置內部與外部空氣流動造成的熱條件與正常使用之條件相同(在操作位置方面)，並在機械性上正確對齊以及所有組件都牢固地位於其設計位置。應依據製造商之說明正確設定可調整部件。若在試驗期間使用不同的操作方位，則適用 4.2.5 之規定。

LED 模組若其溫度設定並維持於性能溫度  $t_p$ ，則可在任意方位操作。

試驗裝置之安裝，應使透過固定此裝置支撐元件(element)的任何熱傳導造成之非預期冷卻效果可忽略不計。

備考 1. 例：燈具可用線纜懸吊在空氣中，或以由低導熱性(例：鐵氟龍)之支撐材料固定。

在所有情況下，裝置之操作方位均應記錄在報告中。

備考 2. LED 之光放射過程並不受方向影響(相對於引力方向)。然而，LED 燈與 LED 燈具的操作方位可能使裝置中使用之 LED 熱條件發生變化，導致光輸出可能受到裝置之方位而影響。

#### 5.3.2 座標系統

照明裝置之光度及色度分布取決於位置及方向。因此，座標系統應連結至待測裝置，光度/色度之分布應參考到此座標系統。照明裝置在此座標系統之參考機械方位應固定並宣告。座標系統中心與待測裝置之光度中心應一致。

CIE 121-1996 提供關於座標系統之一般指引。

#### 5.3.3 光度中心

LED 裝置光度中心的位置應位於以發光表面輪廓為界之實心圖型中心。

對於具有實質不透明側面之 LED 燈具，若燈(或模組)所處隔室(compartment)為白色或發光，光度中心的位置應位於主燈具開口之中心；但對於具有實質不透明側面之 LED 燈具，若燈(或模組)所處隔間為黑色或不發光，光度中心之位置應位於燈光度中心(以燈發光表面輪廓為界之實心圖型中心或模組中心)。

當使用遠場測角光度計量測具有多個明顯分隔發光區之裝置，且無法符合 4.5.3 中試驗距離規定要求時，應分成幾個量測步驟，分別將此裝置之每個發光區置於光度中心進行量測。在報告中應記載每個發光區之資料。

備考：當 LED 發光區域一起量測的結果與平方反比定律有顯著之差異時，此等發光區域應視為明顯分隔。

CIE 121-1996 之 5.3.2 提供光度中心之補充指引。

#### 5.4 LED 裝置之操作條件

##### 5.4.1 一般

具有調光控制的 LED 裝置在所有試驗中應調整至最大光輸出，或申請人指定之預設光度。

具有內部回饋控制電路而不能由外部調節之 LED 裝置應以所提供狀態進行試驗。

具有可調色點(adjustable colour points)的 LED 裝置應調整至或設定在製造商或申請人指定之設定。

具有可調白光光譜(tuneable white spectrum)的 LED 裝置應調整至申請人指定或相關標準規定之設定。

多色 LED 裝置(multicolour LED devices)，例：RGB LED 裝置，應分別在每種顏色之個別全功率操作時，以及所有顏色一起全功率操作時進行量測。

##### 5.4.2 LED 燈

LED 燈應在標準試驗條件下量測，應報告在  $t_{amb}=25$  °C 條件下之資料。若製造商宣稱其他工作溫度，應報告在給定溫度下之量測結果，或以表格或圖片提供該溫度之使用轉換因數。

##### 5.4.3 LED 模組

對於沒有控制裝置之 LED 模組，申請人應提供適用的輔助設備之必要規格。

LED 模組應在額定性能溫度下之標準試驗條件進行量測。在  $t_p$  點處之溫度應設定在此值以進行量測。若  $t_p$  點無法觸及，製造商或申請人應標示一個溫度監測點。若 LED 模組需要散熱器以正確操作，且 LED 模組未具有散熱器，則可使用適當之溫度控制散熱器。也可採用內插法求值(參照附錄 C)。

LED 模組可有超過一個額定最高性能溫度  $t_{p,n}$ 。

無結合散熱器的光引擎應在同上述之額定性能溫度下進行量測。

結合散熱器的光引擎應先在  $t_{amb}=25$  °C 之標準試驗條件進行量測，並量測及記錄  $t_p$  值。其後在  $t_p$  點溫度為指定之性能溫度條件下進行進一步量測。若  $t_p$  點不可及，申請人應指定一個溫度監測點。

##### 5.4.4 LED 燈具

LED 燈具應在  $t_{amb}=25$  °C 之標準試驗條件下量測。

備考： $t_p$  一般與 LED 燈具使用者無關，而  $t_p$  點常位於不可觸及之處。

應報告  $t_{amb}=25$  °C 條件下之量測資料。若宣告不同於 25 °C 之額定最高性能周圍溫度  $t_{q,n}$ ，則應提供此溫度之使用轉換因數(參照 4.2.2 及附錄 C.1.2)。可宣告超過一個額定最高性能周圍溫度。

## 6. 光度特性量測

### 6.1 一般規定

本標準包含以下光度特性之量測：

- 總光通量。
- 發光效率。
- 光強度分布。及
- 輝度。

對所有 LED 裝置，需要絕對光度量測法。

## 6.2 總光通量量測法

CIE 84-1989 提供光通量量測法之一般指引。

光源之光通量可透過不同方法測定。量測法的選擇可根據其他需要量測之特性量(顏色、光強度分布)、或根據待測裝置之幾何尺寸決定。可選用之方法如下：

- 方法 A：以積分球(配備光度計頭或分光輻射計)進行量測。  
對於積分球之理論，參照 CIE 84-1989 之 6.2。
- 方法 B：從光強度分布計算而得。  
對於計算原則，參照 CIE 84-1989 第 4 節。  
發光強度可從整合輝度(integrated luminance)測定。參照 CIE 70-1987 之 2.2。
- 方法 C：由照度分布與光度量測距離計算而得。  
對於計算原則，參照 CIE 84-1989 第 5 節。

方法 A 適用於 LED 燈及 LED 模組之量測。LED 燈具的光通量應透過將光強度分布資料或照度分布資料作適當積分測定(方法 B 或 C)。若 LED 燈具相對於積分球是相當的小，亦可使用方法 A。對於部分光通量量測(參照 6.3)，方法 B 適用，或可採用適當的公式而使用方法 C。

積分球中待測裝置之安裝位置有 2 個可能位置：

**4 $\pi$  空間幾何架構：**對於所有型式的 LED 裝置，尤其是具有全方向分布之裝置，待測裝置通常以指定的操作方位安裝在積分球之中心。若可能，待測裝置之安裝方向應使最少的直接光落在擋板上。

長型光源的安裝宜使其長軸位於偵測器頭及球體中心之連線上。積分球需以安裝於與待測裝置相同位置之光通量標準燈進行校正。

**2 $\pi$  空間幾何架構：**對於具有半球分布型或指向分布型、無向後發光之 LED 光源，待測裝置可安裝在能符合其指定操作方位之積分球球壁位置。應使用一個小擋板來防止光源直接照射至偵測器頭。在此情況下，積分球需以安裝於與待測裝置相同位置且具有半球分布型之光通量標準燈進行校正。

備考 1. 有關積分球的 4 $\pi$  與 2 $\pi$  空間幾何架構，參照 CIE 127:2007 之圖 9。

應使用輔助燈法(CIE 84-1989)進行自我吸收修正，除非待測裝置與光通量標準之大小及反射率特性相似，並能證明可以省略對所使用的標準燈及要進行量測之待測裝置兩者組合的修正。使用積分球-分光輻射計時，使用輔助燈及自我吸收修正進行分光量測。

備考 2. 若要量測多個相同型式之待測裝置，可使用同一個針對一個特定標準燈之修正因數。

應評估待測裝置分角光強度分布及參考光通量標準之差異，若有顯明顯差距，所造成之誤差宜予修正。

### 6.3 部分光通量量測法

對於指定之圓錐角  $\alpha$ ，其部分光通量為將光強度分布資料  $I(\theta_i, \varphi_j)$  加總而得，其掃描間隔為  $\Delta\theta$  與  $\Delta\varphi$ 。

若量測點之一， $\theta_k$  正好落於  $\alpha/2$  (例： $\alpha/2 = 45^\circ$  而  $\theta_i = \dots, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ \dots$ )，加總之公式如下：

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k I(\theta_i, \varphi_j) \Omega_i \dots\dots\dots (4)$$

式中，

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n} \left[ \cos(\theta_i) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right] & \text{for } i = 1 \\ \frac{2\pi}{n} \left[ \cos\left(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}\right) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right] & \text{for } 1 < i < k \\ \frac{2\pi}{n} \left[ \cos\left(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}\right) - \cos(\theta_i) \right] & \text{for } i = k \end{cases} \quad (5)$$

$n$  為  $\varphi$  角之數量， $k$  為  $\theta$  角之數量。

若  $\alpha/2$  位於 2 個量測點之間，即  $\alpha/2 = \theta_k + \Delta\theta/2$ ，(例： $\alpha/2 = 45^\circ$  而  $\theta_i = \dots, 40^\circ, 50^\circ \dots$ )，加總之公式如下：

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k I(\theta_i, \varphi_j) \Omega_i \quad (6)$$

式中，

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n} \left[ \cos(\theta_i) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right] & \text{for } i = 1 \\ \frac{2\pi}{n} \left[ \cos\left(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}\right) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right] & \text{for } 1 < i \leq k \end{cases} \quad (7)$$

若測角光度計並非以絕對刻度(scale)校正，則總光通量與部分光通量之比例可以由測角光度計量測而得，總光通量可以由積分球量測而得，部分光通量則可以由該比例與總光通量之乘積計算而得。

量測角度  $90^\circ$  以上的圓錐內之部分光通量，對  $\theta$  角(在  $C, \gamma$  座標系統中之  $\gamma$  角)應以

5°以下之掃描間隔進行量測；對  $\varphi$  角(在  $C, \gamma$  座標系統中之  $C$  角)之掃描間隔則是 45°以下。對於特定應用(例：道路照明燈具)之待測裝置，可能需要更小的角度間隔。

#### 6.4 發光效率

發光效率  $\eta_v$ ，以 lm/W 為單位表示，由 LED 裝置的光通量  $\Phi$  與電功率  $P_{tot}$  (包含 LED 裝置操作所需之所有組件)之比值決定。

$$\eta_v = \Phi / P_{tot} \dots\dots\dots (8)$$

LED 產品之光通量依據 6.2 進行量測。電功率依據 4.3.2 進行量測，如為非整合式或半整合式 LED 裝置，依申請人或法規指定進行。

備考：本標準中“發光效率”一詞之定義來自 ILV “光源之發光效率”(luminous efficacy of a source)。

#### 6.5 光強度分布與資料之表示法

除另有規定，本標準使用 CIE  $C, \gamma$  座標系統(參照 CIE 121-1996)。

垂直面間的光強度讀值之角度間隔(angular interval)及相鄰垂直面間之角度間距(angular spacing)宜使光強度分布能夠準確呈現，並使其後續處理(照明計算)中的光強度內插值具有可接受之準確度。平面的數量也宜由其分布特性(針對對稱性或不規則性)及對此試驗之最終結果期望來決定。特定應用燈具的測角光度量測指引可參照適當之照明應用 CIE 技術報告(CIE Technical Reports)。

光強度分布之量測通常使用測角光度計，對測角光度計之規定參照 4.5.3。測角光度計之類型參照 CIE 121-1996。

##### 6.5.1 LED 燈與 LED 模組

此等裝置之光強度分布應以 cd 為單位表示。

##### 6.5.2 LED 燈具

此等裝置之光強度分布應以 cd 為單位表示。

備考 1. 對於需要以 cd/klm 表示的光強度分布資料之照明計算程式，光強度比例值(pro-rata luminous intensity values)， $I_{flux-normalized}$ ，可由下式計算而得：

$$I_{flux-normalized} = I_{measured} \times \frac{1000}{\Phi_{luminaire}} \dots\dots\dots (9)$$

式中， $\Phi_{luminaire}$  為 LED 燈具之總光通量輸出(單位為 lumen)， $I_{measured}$  為所測得之光強度(單位為 cd)。應指出 LED 燈具之總光通量輸出計算值。

備考 2. 在某些情況下，可使用可互換式光源(例：LED 燈)測定 LED 燈具之 LOR。對於具有不可更換 LED 光源的 LED 燈具，不必考慮 LOR，因為這類燈具只能量測總光通量，其 LOR 為 100 % 故不重要。

#### 6.6 中心光強度與光束角

依據 6.5 量測光強度分布。以光強度分布為基礎決定中心光強度與光束角之指引參照 IEC/TR 61341:2010 第 6 節及第 7 節。

備考：以測角光度計量測光強度分布時，方向(0,0)通常為光源的設計光束軸(機械參考軸)之方向，該軸通過光度中心並垂直於光出口平面，除非製造商另有指定。IEC/TR 61341 中，中心光強度在觀測光束軸(observed optical beam axis，兩側光強度分布大致對稱的軸)的方向上測定，而光束角以觀測光束軸兩側之分布評估。量測時可使用機械參考軸，但所作的評估必須根據觀測光束軸兩側之分布。IEC/TR 61341 第 6 節說明了決定光束軸之方法。機械參考軸與觀測光束軸不一定需要重合，在評估光束角時宜注意此點。

## 6.7 輝度量測

對於亮度相當均勻之發光表面，可考慮下列量測方法：

(a) 於一或多個指定方向量測整個燈具之平均輝度：

此方法通常用於，例：眩光之評估。此方法一般使用測角光度計量測光強度(分布)，而平均輝度為將發光強度除以投影的發光面積(projected luminous area)

(b) 量測“發光片輝度(patch luminance)”：

此方法常用於評估大型室內燈具之輝度空間不均勻性，詳細資訊參照 CIE 121 之 6.5.3。於規定方向量測燈具指定發光片之平均輝度(僅指定其尺寸及形狀，利用帶開口的遮光罩進行量測)。在此，燈具發光面上之小區域稱為“發光片”，此等發光片分布在燈具之發光表面上，需針對每個發光片測定其平均輝度。通常會記載這些平均輝度之最大與最小值。量測方法之一為使用設定於規定方向之測角光度計，利用上述之遮光罩在燈具發光區域上移動以量測不同位置發光片的輝度(使用方法(a)中說明的原則)。另一種量測方法為使用輝度量測不同位置發光片之平均輝度。

若 LED 光源與 LED 燈具沒有擴光蓋，並且視為是多個點光源之集合(因此顯示為在發光區外輪廓線內發光區及非發光區之混合物)，則上述以觀測方向及投射發光面上(光輸出區域的外輪廓)光強度測定平均輝度之方法(a)並不適合。對於此類 LED 裝置，只適合進行對光輸出區域之發光區量測。可以使用輝度量測或成像輝度量測裝置(ILMD)進行此類量測。

備考：若 ILMD 係針對目標空間校正，則可以將所有標示像素(pixels)之目標區域加總而算出發光區域面積。區分發光區與背景之演算法宜依據應用而定(例：固定閾值，自我調整閾值)。

## 7. 色彩特性量測

### 7.1 色度量測

#### 7.1.1 一般方面

本標準涵蓋下列色度特性：

- 色度座標(chromaticity coordinates)。

- 相關色溫(correlated colour temperature)。
- 與普朗克軌跡的距離(distance from Planckian locus)。
- 演色性指數(colour rendering indices)。
- 角色彩均勻度(angular colour uniformity)。

色度特性之計算應將 ISO 11664-1:2007(E)/CIE S 014-1/E:2007、ISO 11664-2:2007(E)/CIE S 014-2/E:2006、ISO 11664-3:2012(E)/CIE S 014-3/E:2011 等標準列入參考。使用分光輻射計量測這些色度特性。一般而言，三色刺激色度計沒有足夠的準確度以進行絕對色度特性量測，但它們可用於評估不同方向之色度變化。

演色性指數需要分光資料。

LED 燈、LED 模組及 LED 燈具之色度特性值可能在角度上不均勻。

色度或分光量測基本上可以下列幾何架構之一進行：

- (a) 沿特定方向。
- (b) 使用測角-色度計或測角-分光輻射計量測之角度分布。
- (c) 使用積分球資料，或將測角-分光輻射計或測角-色度計之資料作數值平均後之空間平均值(即來自全分光輻射通量)。

空間平均色度特性適用於所有 LED 燈、光引擎及 LED 燈具，除非製造商或申請人另有指定。

空間平均色度特性可由下列方法之一得到：

- (1) 積分球-分光輻射計量測法提供由全分光輻射通量計算而來之空間平均色度特性。
- (2) 如有測角-分光輻射資料，計算全分光輻射通量以作為計算空間平均色度特性之基礎。
- (3) 如有測角-色度資料  $X(\theta, \varphi)$ 、 $Y(\theta, \varphi)$  及  $Z(\theta, \varphi)$ ，空間合成三色刺激值  $X, Y, Z$  由下列公式計算而得。

$$X = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} X(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (10)$$

$$Y = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} Y(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (11)$$

$$Z = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} Z(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi \quad (12)$$

接著由三色刺激值  $X, Y, Z$  計算色度(chromaticity)、相關色溫及其他色度特性(colorimetric quantities)。如有每個角度之色度  $x, y$  及發光強度，則可以將其轉換為  $X, Y, Z$  以適用此方法。

只能使用方法 (1)或(2) 得到演色性指數。



色度座標 $(x,y)$  及/或 $(u',v')$  依據 CIE 15 計算。

#### 7.1.2 相關色溫(白光 LED 光源)(Correlated Colour Temperature, CCT)

色度也可以由相關色溫 $(T_{cp})$ 及參數 $D_{uv}$ 表示。相關色溫依據 CIE 15 計算。 $D_{uv}$  為與 CIE $(u', \frac{2}{3}v')$ 色度座標圖上普朗克軌跡之有向距離(signed distance)，在普朗克軌跡上方為正，在其下方為負。

#### 7.1.3 演色性指數(白光 LED 光源)

應依據 CIE 13.3 計算演色性指數。

#### 7.1.4 分角色彩均勻度

分角色彩均勻度為量測 LED 裝置向不同方向發射的光色度 $(u',v')$ 與其空間平均色度 $(u_a',v_a')$ 之最大偏差，計算公式如下：

$$\Delta_{u',v'} = \sqrt{(u' - u_a')^2 + (v' - v_a')^2} .$$

以測角-色度計或測角-分光輻射計， $10^\circ$ 以下(建議為  $2.5^\circ$ )的垂直角度間隔，及  $90^\circ$ 以下(建議為  $22.5^\circ$ )之水平角度間隔量測色度座標 $(u',v')$ 。對於反射型燈，角度增量應為光束角(發射超過光強度峰值 1/2 的圓錐直徑)之 1/10 以下，但不可超過  $10^\circ$ 。在計算中，光強度小於峰值強度 10 % (除非相關產品標準另有規定)之角度點資料應予忽略。

此計算所需的平均色度 $(u_a',v_a')$ 是由使用 7.1.1 方法(3)計算程序所得到之上述測角-色度量測點資料而得，而非由另一個量測系統(例：積分球-分光輻射計)得到。若使用來自不同量測系統的資料將可能出現一些錯誤，因可能計入其他結果中之低光強度點。此外，此分角色彩均勻度的色度量測絕對準確度，不如 7.1.1 中描述對待測裝置的色度量測之絕對準確度嚴謹。

備考：光源色彩差異規定之指引參照 CIE TN 001:2014。

## 8. 量測不確定度

不確定度應依據 ISO/IEC Guide 98-3 及其補充內容進行評估。CIE 198 也提供指引。

對於所有量測特性，應給定擴展不確定度並以 95 % 信心水準來表示。擴展不確定度以最多 2 位有效數字表示。為了測試目的，每份試驗報告可報告與待測裝置具有相似分光分布及強度分布的類似型式典型產品之不確定度值(參照備考 1)。在此情況下，用於不確定度估算之產品型式應在報告中說明(參照備考 2)。實驗室應針對類似產品型式制定詳細的不確定度估算，並留存以應要求時提供。若此不確定度估算針對一系列產品(例：相關色溫從 2,700 K 至 4,000 K)，應說明該範圍內最大不確定值。

備考 1. 在本文中，若產品之以下特性與待測裝置相同，則可視為類似型式：螢光體型或 RGB(A)型；相似的幾何形狀(例：緊密型或直管型的燈)；相似的光強度分布；無方向型或指向型(光束角為待測裝置光束角的+50 %及-25 %之間)；CCT 為待測裝置 CCT 值的 $\pm 15\%$ 之內。

備考 2. 試驗報告中的說明示例：“本試驗報告中陳述的不確定值為針對如下述產品之類似型式：螢光體型 LED 燈(安定器內藏式)，指向型(光束角 60°)，CCT 3,500 K”。若待測裝置型式不符合備考 1 列出之型式類別，宜具體描述產品類型。

備考 3. 當對量測結果作修正時，一定要使用待測裝置(或相同樣式產品)的特性，而非類似型式產品之特性。

基於現實原因，並非總能估計或量測待測裝置在不同冷起動操作下可重複性之影響。然而，此等資訊應從型式調查中得知，並應包含在不確定度評量中。不確定度估算中應提到該參數為從型式特定資料或從待測裝置之個別量測值估計所得。

對於光強度分布，報告中應說明在至少一個光強度分布相當平坦的給定代表方向之量測不確定度。角度設定(包含待測裝置在測角光度計中的對準)或量測之不確定度應單獨報告。

對於輝度分布，報告中應說明在至少一個輝度分布相當平坦的代表點之量測不確定度。

### 8.1 量測不確定度估算之指引

以下列出 LED 裝置量測上不確定度之一般分量(common components)。

#### 8.1.1 所有量測之一般參數

至少應考慮下列之作用(contributions)：

- 溫度量測之溫度設定與不確定度。
- 電氣特性量測之電性設定與不確定度(電源、電性量測儀器)。
- 待測裝置之光輸出變動(若為顯著的)。
- 校正標準(校正證書)。

- 校正標準之操作(枯化、電氣量測、校正程序)。
- 量測儀器之線性特性。
- 再現性與重複性(reproducibility and repeatability)(若適用，如未對此特定待測裝置評估過，可使用此設備與通用裝置型式之預設值)。

對於所有量測，不僅必須將量測系統及程序的作用列入考量，而且必須考量待測裝置(或類似型式)特定特性之作用。

### 8.1.2 光通量

除 8.1.1 之一般參數外，另最少應考量下列(若適用)之作用：

量測(依方法而定)：

(a) 測角光度計：

- 鏡面之平整度與偏極效應(Polarization effect)。
- 鏡面之分光反射率。
- 漫射光(空間的)。
- 安裝方位之準確度。
- 分光匹配(偵測器 + 鏡面，校正標準與待測裝置之分光強度分布差異)。
- 偵測器受光區域。
- 餘弦響應(照度積分)。
- 光度量測距離之不準確度，若光度計頭由照度響應校正。
- 鏡面(若使用)反射率之不準確度，若光度計頭由照度響應校正。

(b) 積分球光度計：

- 自我吸收。
- 熱行為。
- 積分球響應之空間不均勻度。
- 積分球壁反射率(對分光匹配之影響)。
- 分光匹配(偵測器 + 積分球，校正標準與待測裝置之分光強度分布差異)。
- 積分球打開與關閉後之機械重現性。
- 積分球在兩次校正間之積分球響應穩定度。
- 光度計頭之餘弦響應。
- 積分球塗層之螢光效應。

(c) 積分球-分光輻射計：

- 自我吸收。
- 熱行為。
- 積分球響應之空間不均勻度。
- 積分球壁反射率。
- 波長準確度。

- 分光輻射計之漫射光。
- 分光輻射計之帶通(bandpass)。
- 分光輻射計入口埠之餘弦響應。
- 積分球打開與關閉後之機械重現性。
- 積分球在兩次校正間之積分球響應穩定度。
- 積分球塗層之螢光效應。

(d) 測角-分光輻射計：

- 鏡面之平整度與偏極效應。
- 鏡面之分光反射率。
- 漫射光(空間的)。
- 安裝方位之準確度。
- 偵測器受光區域。
- 餘弦響應(照度積分)。
- 波長準確度。
- 分光輻射計之漫射光。
- 分光輻射計之帶通。
- 光度量測距離之不準確度，若分光輻射計由分光輻照度計標準校正。
- 鏡面(若使用)反射率之不準確度，若分光輻射計由分光輻照度計標準校正。

### 8.1.3 光強度與輝度

應考慮之參數與 8.1.2 相似。

### 8.1.4 色彩特性

包含色度座標、相關色溫及演色性指數。除 8.1.1 之一般參數外，另最少應考量下列之作用：

- 與校正光源的色溫不確定度之關連度。
- 分光輻射計之漫射光。
- 波段寬度(影響、修正)。
- 波長準確度。
- 分光範圍內之動態範圍。

### 8.1.5 電功率

除 8.1.1 之一般參數外，另最少應考量下列之作用：

- 交流電力計之頻寬(影響、修正)。
- 交流電力計之輸入阻抗。

### 8.1.6 發光效率

宜考慮光通量值與電功率量測之間的相關性以減少連帶之量測不確定度。例：若電源電流在相同的方向以相同之靈敏度影響待測裝置的光通量輸出及電功

率，則此分量對發光效率的不確定度將取消。

## 9. 試驗結果之表示法

### 9.1 試驗報告

以下清單旨在作為 LED 裝置光度/色度量測試報告中宜包含資訊之指引。

試驗報告應報告實驗室未達到的任何許可差區間及規定要求，並報告使用之實際條件，並且，若適用，試驗報告中的結果為已修正至標準試驗條件之事實。

#### 9.1.1 一般資訊

宜提供下列資訊：

- 測試之實驗室名稱與地址、報告編號及日期。
- 申請者之身分。
- 試驗時間與試驗型式：以描述性標題指出試驗內容。
- 所附文件之識別。

#### 9.1.2 待測裝置之資訊

待測裝置之描述：

- 待測裝置之識別號碼。
- 若適用，製造商名稱、型式、型號、電氣額定值、光通量之額定值、相關色溫、演色性及待測裝置之相關尺寸與發光區。
- 對待測裝置的描述，包括其光學元件例：折射器、反射器等，可以選擇加上待測裝置之照片。
- 其他必要資訊(例：樣品選擇方法(若為型式試驗))。
- 對於 LED 模組：額定最高性能溫度  $t_{p,n}$ ，及散熱器之描述(若有加裝)。
- 對於燈具：額定最高性能周圍溫度  $t_{q,n}$  (若宣告)。
- 對於使用可互換 LED 光源的 LED 燈具：LED 燈或 LED 模組之數量，並且，若適用，對所結合之 LED 燈或 LED 模組之說明，例：製造商名稱、型式、型號、額定電氣特性、額定最高性能溫度、額定光通量、額定相關色溫及額定演色性指數。

半整合式或非整合式裝置的輔助設備(LED 控制裝置、電源)之說明：

- 製造商名稱、型式、型號、序號(若提供)。
- 額定電氣特性。

#### 9.1.3 試驗程序之資訊

宜提供下列資訊：

- 光度試驗程序與使用設備之簡要說明：
  - 對於測角光度計，其型式與光度量測距離。
  - 對於積分球， $4\pi$  或  $2\pi$  空間幾何架構。
  - 積分球-光度計或積分球-分光輻射計。
  - 測角光度計或測角-分光輻射計。

- 參照的本標準之標準試驗條件或特定使用條件。
- 待測裝置之操作方位。
- 針對燈具的光強度分布，在量測過程中待測裝置之姿態及傾斜度(參照 CIE 121-1996)，與座標系統的相對位置，及待測裝置之光度中心。
- 周圍試驗溫度、試驗電壓及頻率。
- 枯化及穩定時間。
- 對於適用的光度值與色度值(對於分光輻射計)標準校正證書之可追溯性及參考性。

應要求提供所有使用量測設備之明確識別。

#### **9.1.4 光度及/或色度資料**

試驗報告中提供之光度及/或色度資料與特定受測設備相關。報告應包括對所有相關有用的電氣、溫度表面及環境之量測。

依據第 8 節所評估之量測不確定度性應記載於報告中。

若不確定度值記載為針對類似型式之代表性產品，則報告中應說明用於不確定度估算之產品型式(參照第 8 節)。

附錄 A  
(參考)  
使用本標準之指引

本標準設計為使遵循其方法的實驗室能對 LED 照明產品進行準確且可再現之光度及色度試驗。

為達到此目的，待測裝置需依據標準試驗條件進行試驗。每個標準試驗條件由設定值及許可差區間組成(參照下文)。理想情況為在精確的設定值下進行量測，但這通常不可能，因此試驗條件需要位於許可差區間內。然而，最佳作法為，在可能及實際的情況下，將量測結果修正至標準試驗條件設定值下。若已合於許可差區間，則修正至標準試驗條件並非強制性，但強烈建議這樣做。

例 1. 在試驗期間的周圍溫度為 25.5 °C，而非 25.0 °C，而周圍溫度量測之不確定度為 0.2 °C。此符合許可差要求，可決定不需作修正而代以在溫度不確定度估算加上 0.7 °C 的不確定度貢獻(0.5 °C 之偏差，及來自溫度計校正的不確定度之 0.2 °C)。然而，若需要降低不確定度，可以進行一項小型的額外試驗以將在 25.5 °C 量測結果修正至在 25.0 °C 應有之結果。

若任何一項試驗條件超出相對應之許可差區間，則應執行額外的修正試驗以將量測值修正至標準試驗條件下。

例 2. 積分球試驗原預計在 230 V AC 電源電壓實施，但受限於電源電壓之調整解析度，電壓在 229.4 V 至 230.6 V 之間無法調整，而電壓量測之不確定度為 0.2 %。此例中條件並不符合許可差區間之規定。在此狀況下，可分別在 229.4 V 及 230.6 V 進行試驗，而在 230.0 V 之結果可以內插法求出。

附錄 D 舉出在進行 LED 產品光度量測不確定度估算時，可能碰到之不確定度分量。基於日常測試之需求，若符合標準試驗條件，通常不需對結果作修正，或是只做一些小修正，例：分光匹配及周圍溫度之修正。但是，為作校正或為建立額定值所作之測試(參照附錄 E)，實驗室可選擇花更多時間與進行更多修正以減少不確定度，從而提高他們對試驗結果之信心。

建立記錄以證明任何不確定度分量改變之正當性非常重要。其型式可為校正證書、試算表或其他實驗證據。

實驗室將所使用的系統校正及實施量測之設備綜合考量後，可能希望在他們所有測試中使用通用的不確定度估算，並將其當作自己的預設不確定度估算。之後對於每種不同的產品類型可以依據此預設試算表，加上對試驗特定值(例：待測裝置的穩定度與分光匹配誤差)之考量來建立單獨的試算表。

備考：適用所有試驗的預設不確定度估算通常高於只適用特定試驗之不確定度估算，因其區間需擴大以涵蓋最壞情況，而特定試驗的不確定度估算只需涵蓋特定待測裝置之區間。

本標準也允許使用其具體要求仍在考慮中之新量測技術。在此情況下，除仔細研究其方法及相關不確定度外，必須透過與使用廣泛受認可方法試驗之結果作比對以確證該方法(validadtion)。事實上，對於所有試驗方法，不論新的或已廣泛受認可，建議與其他實驗室進行相互比較確證，因這有助於實驗室偵測出未知的系統錯誤，例：量測軟體所引入之錯誤校正因數。

### 許可差區間

本標準中引用 ISO/IEC Guide 98-4 中定義之“許可差區間”一詞。許可差區間為參數真實值之容許範圍(而非儀器讀數範圍)。因此，為確保符合此要求，參數之量測不確定度需要列入考慮。

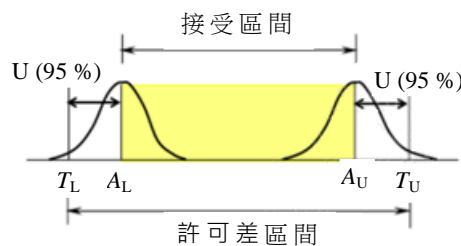


圖 A.1 許可差區間與接受區間

為確保參數的真實值位於 95 %信心水準之許可差區間內，量測該參數的儀器讀數可接受之範圍必須小於許可差區間，在許可差區間兩端限制值縮減的幅度為此參數量測之擴充不確定度(95 %信心區間時)。此儀器讀值之可接受範圍稱為“接受區間”，如圖 A.1 所示。

舉例說明，在本標準中，周圍溫度之許可差區間為 $\pm 1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，若溫度計量測之擴充不確定度( $k=2$ )為 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，則接受區間為 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因此，溫度計的讀數必須位於距設定值 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之內。

在以前發佈的一些其他試驗方法中，提供許可差並作為接受區間使用(儘管沒有明確說明)，但同時規定量測許可差參數之儀器不確定度。例：“周圍溫度的許可差 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”，以及“溫度計之不確定度 $<0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”。此要求基本上與本標準中舉例之許可差區間 $\pm 1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 相同、也相容的，在此假設此參數量測上可忽略其他不確定度貢獻。



## 附錄 B

(參考)

## 雜散光—對測角光度計中雜散光之遮蔽

雜散光(測角光度計中)是指除從光源直接或經過反射之待量測光外，任何其他到達光度計頭入光口之光線。其可來自牆壁、地板、天花板、或待測裝置或設備其他部件之反射光，或者來自其他光源。

光度計頭的入光口應有遮屏，以盡可能使其僅見到待測裝置及，若適用時，安裝板的下表面。當使用反射鏡式測角光度計時，應遮蔽光度計頭的入光口以使其僅見到待測裝置之影像，而不會接收直接從待測裝置本身任何部位發出之光。

光度計頭入光口能看到的所有表面，待測裝置(或反射鏡)除外，均宜處理成消光黑(mat black)，此包括反射鏡之斜角邊框(bevelled edge)。宜注意許多“消光黑”塗料在入射光與表面接近直交(normal to the surface)時之亮度因數(luminance factor)高達 4 %，於掠射角(glancing angles)時更高。

遮屏的配置宜使從待測裝置來的雜散光僅能在經過黑色表面兩次以上的反射後才能到達光度計頭之入光口。若此點無法作到，則宜使用非反射材質(例：黑色絲絨或黑色毯子)覆蓋表面。任何表面(例：與光度計頭之入光口/待測裝置軸平行之遮屏邊緣)宜挖溝槽、調角度、或導角成銳利的邊緣以儘可能減少光度計頭入光口上之反射光。待測裝置由光度計頭的視野背景應為消光黑。這可包括地板及天花板。房間的其餘部分可塗上較淺的顏色，只要已採取預防措施以消除雜散光。

不宜忽視之雜散光可能路徑為：

- 待測裝置—塗黑之表面(例：地板、遮屏)—反射鏡—光度計頭之入光口。
- 待測裝置—塗黑之表面(例：地板、遮屏)—待測裝置—反射鏡—光度計頭之入光口。
- 待測裝置—反射鏡—待測裝置—反射鏡—光度計頭之入光口。

無法消除的雜散光則宜量測，並從讀數中減去雜散光，並需將雜散光因待測裝置方位所造成的變化列入考慮。所產生的雜散光量可能難以量測。例：為了作此量測而在待測裝置及光度計頭入光口之間放置的任何遮屏，也可能遮蔽從反射鏡到光度計頭入光口之雜散光路徑。

附錄 C

(參考)

實際的實驗室條件

C.1 修正因數

C.1.1 量測修正因數

當實驗室的量測條件不符合標準試驗條件或要降低不確定度時，需應用量測修正因數。將修正因數直接應用於量測值以改正操作條件上差異(例：不同的周圍溫度、不同的性能溫度、操作方位等)。

若僅周圍溫度或測得之性能溫度不同，量測結果應根據特定待測裝置之溫度相依特性(temperature dependence characteristics)及實際溫度進行修正(參照第 4 節要求)。參照 C.3。

若待測裝置在積分球或測角光度計中的安裝位置(例：繞著測角光度計水平軸作的旋轉運動)與標準操作方位不同並影響光通量，則需對量測值作修正。量測值必須根據特定待測裝置的操作方位相依特性及實際操作方位進行修正(參照第 4 節要求)。這可以透過輔助光度計測定，只要其光度計頭在運動過程中不改變與光源的方向及距離，光通量因操作方位的改變所引起之變化會產生成比例之光電流。

照明特性量測其他誤差可能來自待測裝置之特定分光分布，與用於校正光度計的標準燈之分光分布不同。若已知特定分光分布，宜應用分光失配修正因數。參照 C.3.5。

C.1.2 使用轉換因數

當使用條件與標準試驗條件有規劃上的不同時，需應用使用轉換因數。此等因數通常由相對光度量測得出，且可能與不同的周圍溫度、不同的性能溫度  $t_p$ 、不同的電氣特性或不同的操作條件有關。

這些因數通常以單獨的表格或圖形提供，而量測結果要以標準試驗條件報告。

C.2 靈敏度係數

若實際實驗室條件與標準試驗條件不同時，將產生量測值(輸出量)之誤差。誤差取決於輸出量對不同影響參數之靈敏度。

量測值(即光通量、光強度...)Y 取決於大量的影響參數(即周圍溫度、電流...)  $X_1$ 、 $X_2$ 、...。形式上可用以下評估模型式表示：

$$Y = f(X_1, X_2, \dots) \dots\dots\dots (C.1)$$

因此可透過靈敏度係數  $c_i$  來量化特定參數量  $X_i$  之影響。

$$c_i = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \cdot \dots\dots\dots (C.2)$$

更多細節，參照 CIE 198:2011。

由於 LED 產品特性差異非常大，無法提供靈敏度係數一般值。依今日所及之知識，表 C.3 提供部分靈敏度係數代表值。然而，若可能，宜檢查這些值對待測裝置之有效性。

### C.3 靈敏度係數代表值與許可差區間

以下提供針對 LED 產品之代表值。以許可差為例，規定某一特定影響參數之誤差貢獻度要小於 ±1 %。然而，在可能的情況下宜儘量減少特定影響。

#### C.3.1 周圍溫度

LED 燈的光通量對周圍溫度之相對靈敏度代表值為 0.5 %/°C。因此，對小於 1 % 之特定影響，周圍溫度  $t_{amb}$  應在許可差區間(25.0±2) °C內。建議之許可差區間(25.0±1.2) °C宜能將特定影響降低為 0.6 %。

受溫度控制 LED 晶粒的光通量對周圍溫度之相對靈敏度代表值為 0.1 %/°C。因此，對於 1 %之特定影響，周圍溫度  $t_{amb}$  可以在許可差區間(25.0±10) °C內。然而，在這些區間內工作可能改變電氣特性，此也需要在報告中登載以作為 25 °C 之標準測試條件修正參考。因此，建議之周圍溫度  $t_{amb}$  宜保持在許可差區間(25.0 ±1.2) °C，以確保正確的功率量測。

#### C.3.2 LED 模組在性能溫度之量測

以下舉例說明在決定溫度量測 1 個特性值  $x$  之 2 個方法。假設試驗點之位置、性能溫度  $t_p$  及額定最高溫度  $t_c$  一致，而針對一內建溫度控制( $t_p=65$  °C)及/或溫度保護( $t_c=75$  °C)的 LED 模組所作之一系列量測結果  $x$  (例：光通量)如圖 C.1 所示。備考：此等量測可以在預熱期間進行，同時記錄量測點的性能溫度  $t_p$  及量測結果之相對值(例：測角光度計中的輝度或照度)。

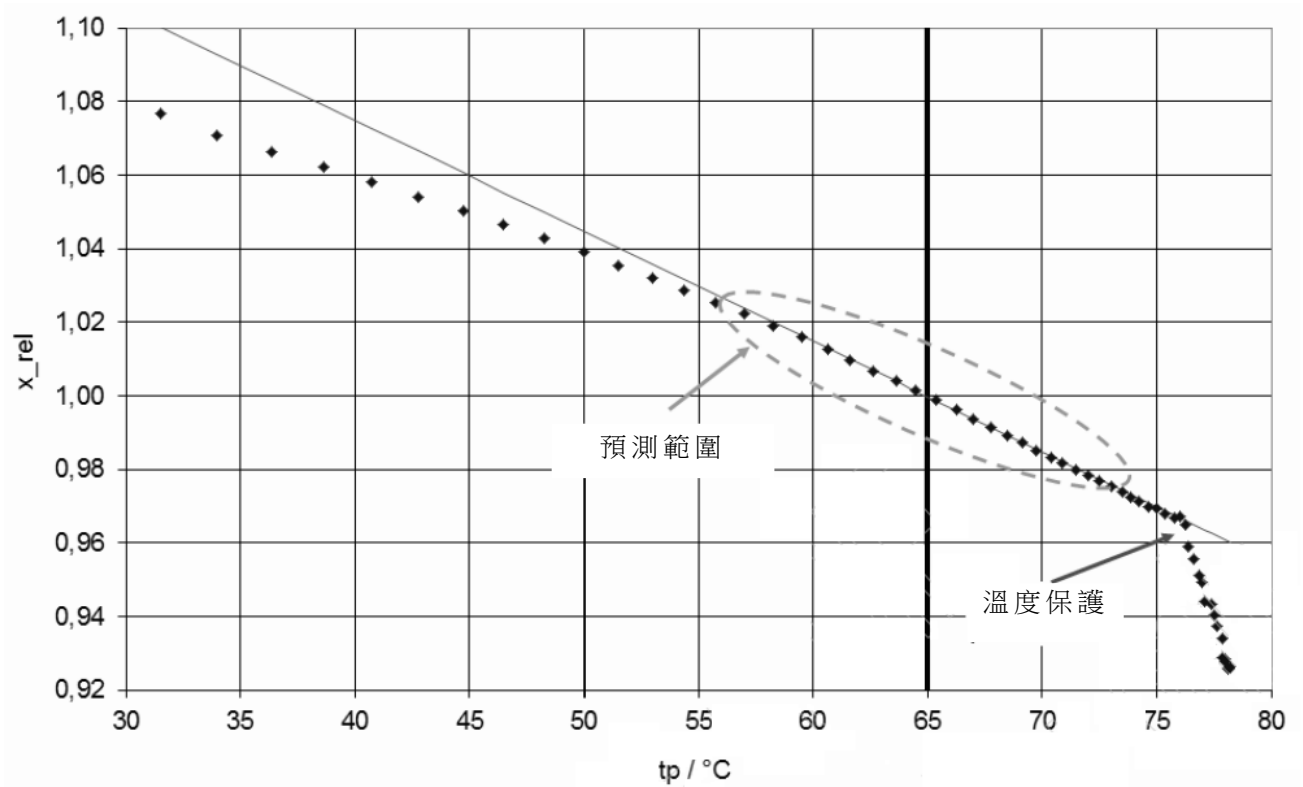


圖 C.1 LED 模組量測圖例

量測數 $x$ 的相對溫度係數 $\alpha_{x,rel}$ 及關連(絕對)標準不確定度 $u(\alpha_{x,rel})$ 之評估結果	$\alpha_{x,rel} = -0.3 \text{ \%}/^{\circ}\text{C} = -0.003/^{\circ}\text{C}$ $u(\alpha_{x,rel}) = 0.1 \text{ \%}/^{\circ}\text{C} = 0.001/^{\circ}\text{C}$
溫度量測之標準不確定度 $u(t_p)$ 測定	$u(t_p) = 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

運用 CIE 198-SP1.1:2011 之 1.4 之溫度修正模型，可以使用下列公式將在  $t_{p,1}$  的量測值  $x'$  修正至所求之在  $t_{p,0}=t_{p,max}$  的值  $x$ ，其差異  $\Delta t_p = t_{p,1} - t_{p,0}$ 。

修正值可以使用下列線性方法計算求得：

$$x = x'(1 + \alpha_{x,rel} \cdot \Delta t_p) \dots\dots\dots (C.3)$$

修正值之標準不確定度可以使用下列方法計算求得：

$$u^2(x) = u^2(x')(1 + \alpha_{x,rel} \cdot \Delta t_p)^2 + x'^2 \cdot \left\{ u^2(\alpha_{x,rel}) \Delta t_p^2 + u^2(\Delta t_p) \left[ \alpha_{x,rel}^2 + u^2(\alpha_{x,rel}) \right] \right\} \dots\dots\dots (C.4)$$

以下展示  $\Delta t_p = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (參照圖 C.2) 與  $\Delta t_p = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (參照圖 C.3) 2 個情況之關係，利用量測與預測的大幅溫度差異以顯示(擴展)不確定度區間之二次變化(quadratic change)。

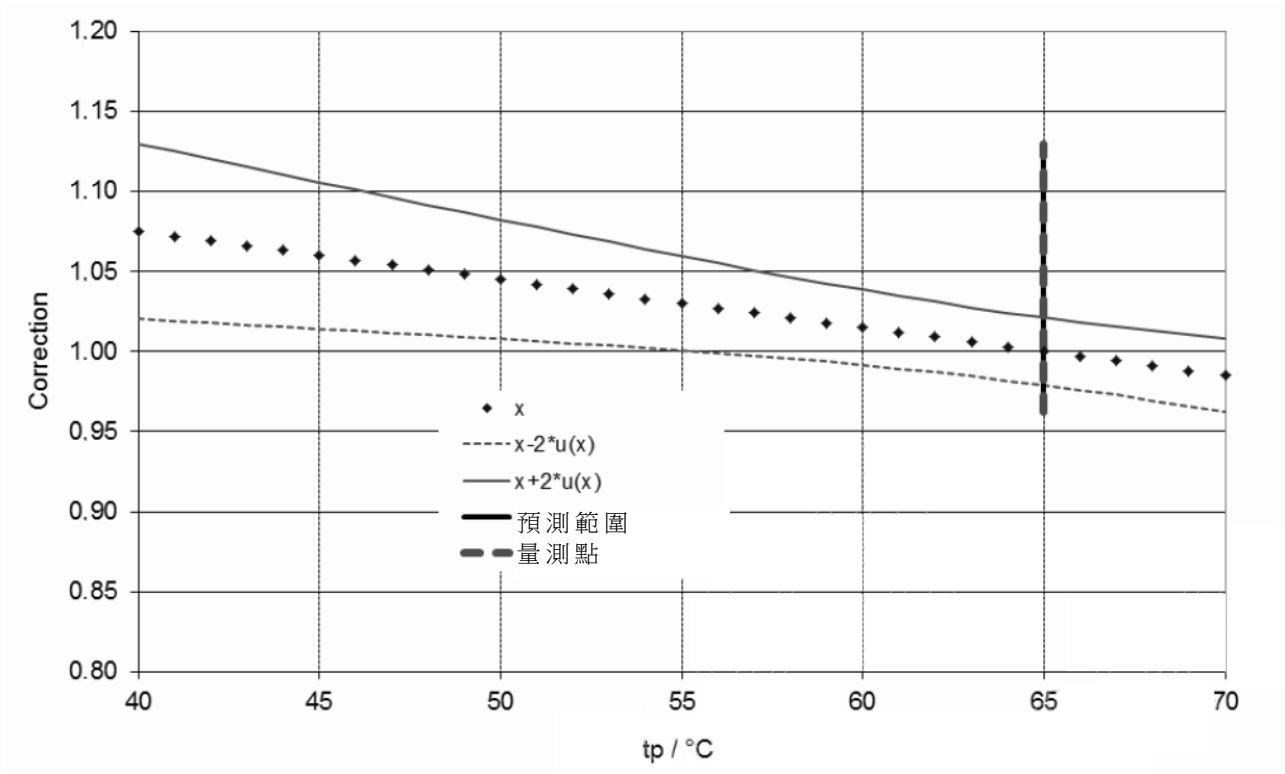


圖 C.2  $\Delta t_p=0$  °C下之量測(控制溫度使  $t_p=t_{p,max}$ )

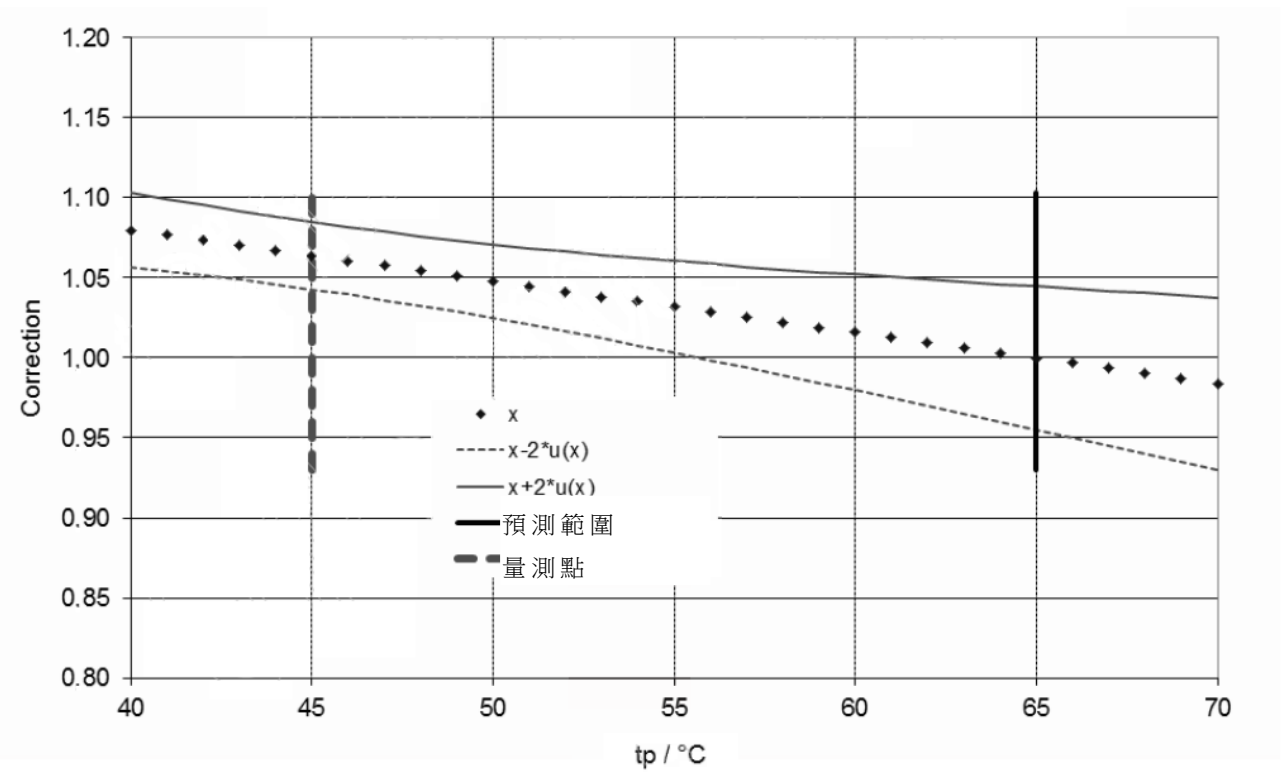


圖 C.3  $\Delta t_p=-20$  °C下之量測(使用溫度為其現狀，如此例中  $t_{p,1}=45$  °C)

結果：

$t_{p,0}$	$t_{p,1}$	修正	$u(x)$
65 °C	65 °C	1.00	1.05 %
65 °C	45 °C	0.94	2.2 %

### C.3.3 空氣流動

LED 裝置的光通量對空氣流動之相對靈敏度係數代表值為  $\pm 5 \%$ /(m/s)。因此，對小於 1 % 的特定影響，臨近此裝置之空氣流動不宜超過 0.2 m/s，其中不計待測裝置強制冷卻或自我加熱所造成之任何影響。

### C.3.4 試驗電壓

LED 裝置的光通量在電壓變化 1 % 時之變化代表值為 1 %，因此相對靈敏度係數為 1。

備考：LED 控制裝置可為控制電壓型或控制電流型。在此情況下，電源電壓波動並不重要。

### C.3.5 光度計之分光譜失配性

只有在光度計的相對分光響應及待測裝置放射光輻射之相對分光分布為已知時，才能針對光度計之分光失配修正光度量測值(參照 ISO/CIE 19476:2014 的進一步說明，及分光失配因數  $F^*(S_z(\lambda))$  之計算)。不確定度可以根據 ISO/CIE 19476:2014 定義之總和  $V(\lambda)$  失配指數  $f_1'$  進行估算。

螢光體型白光 LED 產品之資料如圖 C.4 所示。該圖根據 200 個不同相關色溫的白光 LED 產品及 120 個光度計之量測結果而來。對於每個光度計，評估其分光失配修正係數  $F^*$  之最大值與最小值。此等資料顯示，光度值之相對靈敏度係數相對於總和  $V(\lambda)$  失配指數最大值約為 0.8。因此，對於此類 LED 裝置，若誤差要減少至小於 1 %，則宜使用  $f_1' < 1.3 \%$  之光度計。

RGB 型白光 LED 產品之資料如圖 C.5 所示。該圖根據 100 個不同相關色溫的 RGB 型(混成白光) LED 產品及 120 個光度計之量測結果而來。對於每個光度計，評估其分光失配修正係數  $F^*$  之最大值與最小值。此等資料顯示，光度值之相對靈敏度係數相對於總和  $V(\lambda)$  失配指數最大值約為 1.4。因此，對於此類 LED 裝置，若誤差要減少至小於 1 %，則宜使用  $f_1' < 0.7 \%$  之光度計。

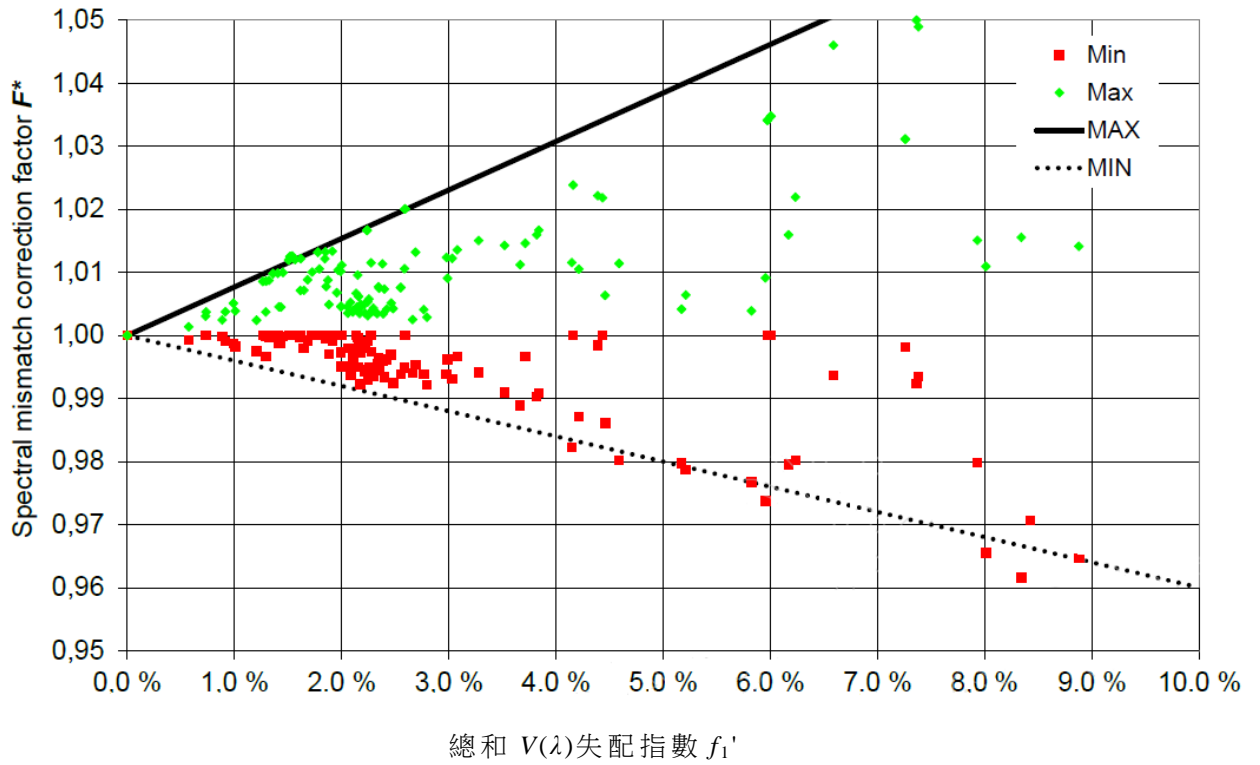


圖 C.4 螢光體型白光 LED 產品的分光失配修正係數(SMCF)及不同之光度計  $f_1'$  值

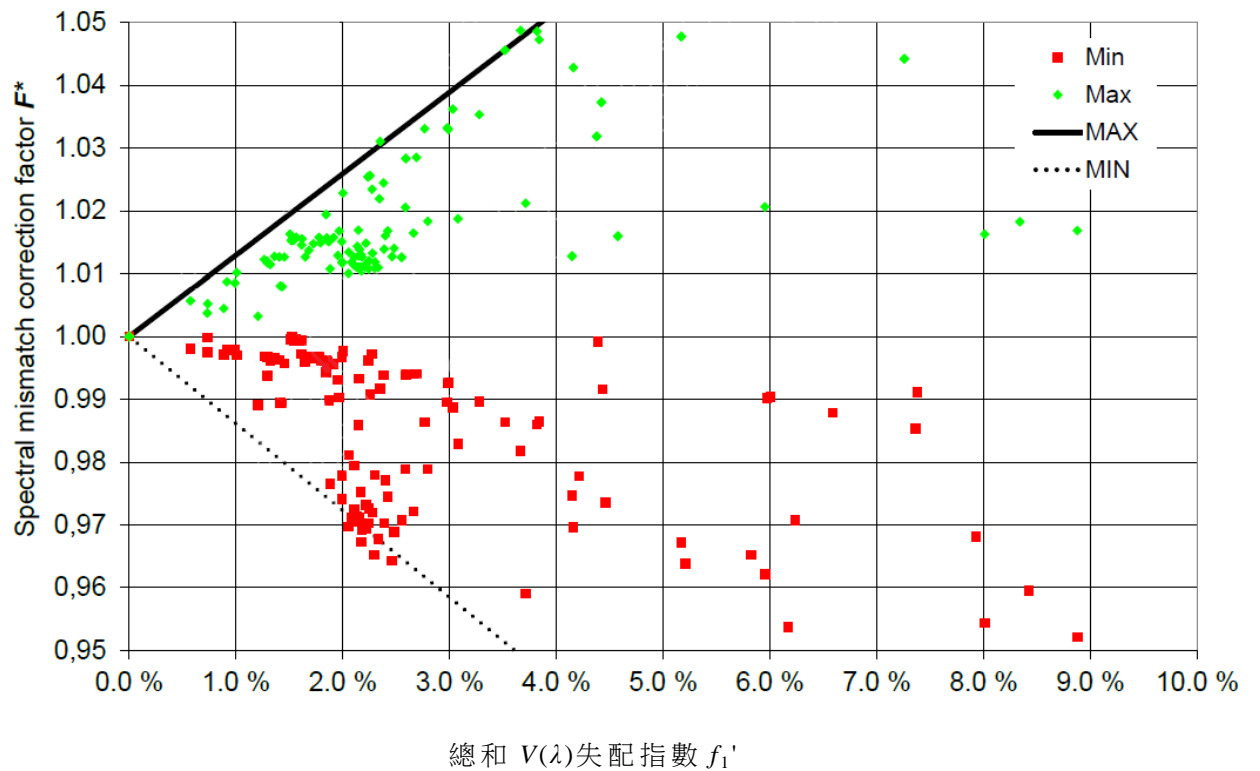


圖 C.5 RGB 型白光 LED 產品的分光失配修正係數(SMCF)及不同之光度計  $f_1'$  值

C.3.6 光強度分布之模型

對於光強度分布與餘弦分布顯著不同之待測裝置(例： $< 30^\circ$ 的窄光束角、光強度分布梯度陡峭、或有臨界眩光控制)，要選擇能適用平方反比定律之量測距離。窄光束可以函數  $I(\theta)=I_0 \cdot \cos^g(\theta)$  建立模型。例：光束之半角在  $g=1$  時為  $60^\circ$ ， $g=20$  時為  $15^\circ$ 。若光源為圓形且半徑為  $a$ ，則可用以下公式估計給定距離  $d$  處光軸上之照度：

$$E_v \approx \frac{I_0}{d^2} \left[ 1 - \frac{g+3}{4} \left( \frac{a}{d} \right)^2 \right] \cdot \Omega_0, \dots\dots\dots (C.5)$$

其中， $\Omega_0=1$  sr。平方反比定律推導造成的誤差可用與理想照度  $I_0/d^2$  之比較評估得知。

遠場平方反比定律推導造成之誤差可使用上述模型函數估算。對於與光束軸線的角度較大者及/或光束角較小之光源，誤差可能顯著增加。例：朗伯特分布 (Lambertian) 圓形光源在光束軸  $\pm 80^\circ$  範圍內距離  $5 \times D$  處之誤差為  $\pm 1\%$ 。光束角為  $90^\circ$  的光源，在光束軸上之誤差約為  $-1\%$ ，而在與光束軸呈  $80^\circ$  處之誤差增為  $2.5\%$ 。在距離  $5 \times D$  處，朗伯特分布線型光源在光束軸上之誤差為  $-0.7\%$ ，而在與光束軸呈  $80^\circ$  處之誤差增為約  $2\%$ 。光束角為  $30^\circ$  之線型光源，在距離  $5 \times D$  處光束軸上之誤差為接近  $5\%$ ，而在  $30^\circ$  線上之誤差會接近  $20\%$ 。再將距離增為  $15 \times D$ ，誤差會降為  $3\%$ 。



## 附錄 D

(參考)

### 計算量測不確定度之指引

#### D.1 一般

每個量測都有一些不確定度。只有檢附量測不確定度之說明，量測結果才算完整。量測不確定度之評估為一複雜課題，而且還在不斷發展中。然而，瞭解不確定度非常重要，才能判斷量測品質、及比較量測值或比較量測實驗室之間的結果。LED 的光度、色度及電氣特性之量測通常取決於許多參數，而精確評估非常費力與耗時。利用額外的量測設備與待測裝置特性可減少量測不確定度。

許多不同類別的實驗室使用本標準，包括製造商、公開的測試實驗室、研發實驗室及國家級的計量研究所。此等實驗室在測試及確定不確定度方面之專業度範圍很廣，設備的複雜性及準確性以及實驗室環境之品質也一樣。此試驗方法標準之目的為，期望透過遵循此試驗方法，所有實驗室都可實現各種法規及應用所需之合理量測不確定度。然而，本標準不能涵蓋量測儀器的所有細節及經驗不足之實驗室可能犯的錯誤。為確保合理不確定度，使用此試驗方法的所有實驗室必須瞭解量測不確定度，並對其量測之不確定度進行評估。

#### D.2 不確定度估算

不確定度估算要說明其模型並列出模型中提到的所有量，並為每個項目提供特定數量之資訊。至少宜說明以下項目：

- 量  $X_i$  的名稱，及在評估模型中使用之代表符號。
- 值  $x_i$ ，及關聯之標準不確定度  $u(x_i)$ 。
- 靈敏度係數  $c_i$ 。
- 對輸出標準不確定度之絕對貢獻  $u_i(y)$ 。
- 對輸出標準不確定度之相對貢獻  $u_{rel,i}(y)$ 。

藉此可建立該項目與模型之關係，並顯示在加總不確定度中個別貢獻及重要性。有關量測不確定度之更多詳細資訊，參照 ISO/IEC Guide 98-3 及 CIE 198:2011。備考：對完整光強度分布之量測不確定度評估仍在制定中。

#### D.3 量測不確定度之示例

由於 LED 產品種類眾多，所用儀器也有差異(即使本標準中給出重要參數之具體要求)，因此不確定度取決於個別實驗室及個別試驗之許多因素，無法提供量測不確定度之一般值。在本附錄中所舉的一些使用本標準提供之試驗方法所得到的代表性 LED 照明產品不確定度估算總表之示例，只為提供參考用。

下表中的不確定度值為基於此標準中所有許可差區間及特定要求都符合之條件下估計。這些表中包括一般情況下不確定度之主要分量。特定情況可能有更多不確定度分量。

表中的值為相當有經驗之實驗室(那些經認證或有興趣獲得 LED 照明產品測試認證的實驗室)之代表值。經驗不足的實驗室量測不確定度可能大得多，因其可能使用非預期或錯誤之設定，此等設定並不在這些表考慮之內。此外，表中的不確定度值適用於給定類型之代表性產品，並未考慮所有產品類型。對於光束角非常窄或電流波形非常尖銳(功率因數低)或其他極端表現之產品，不確定度可能更高。因此，表中的值為代表性示例，不包括最壞情況之值。相反，在某些情況下，可能高估對不確定度估算之貢獻。此外，這些表列之值僅適用於白光 LED 產品，不包括彩色 LED 產品，例：紅色、綠色或藍色單色 LED 模組。單色 LED 裝置量測的不確定度將遠大於表列之值。

將量測設備與待測裝置全面特性分析並運用修正，及/或使用高性能儀器(例：較低  $f_1$  值之積分球-光度計與測角光度計)可減低量測不確定度。

為求簡化，表中僅列出不確定度分量的量  $X_i$  及對輸出標準不確定度之相對貢獻  $u_{rel,i}(y)$ 。這些值考慮了代表性 LED 產品之靈敏度係數。

表 D.1 使用積分球-光度計量測 LED 燈光通量之不確定度估算總表

量 $X_i$ 之名稱	對輸出標準不確定度之相對貢獻 $u_{rel,i}(y)$			
	螢光體型 <sup>(a)</sup>		RGB 型 <sup>(b)</sup>	
	廣角 <sup>(c)</sup>	窄角 <sup>(d)</sup>	廣角 <sup>(c)</sup>	窄角 <sup>(d)</sup>
可追溯至 SI 的二次光通量標準之校正不確定度(此例中 $U = 2.0\%$ , $k = 2$ )	1.0 %			
光通量標準燈(充氣鎢絲燈)之老化	0.6 %			
標準燈之 DC 電流不確定度	0.4 %			
周圍溫度(及溫度計之不確定度)	0.3 %			
LED 的電源電壓(及電壓計之不確定度)	0.2 %			
積分球-光度計系統之分光失配性( $f_1' = 3\%$ )	1.7 %		3.5 %	
線性	0.3 %			
自我吸收修正(殘餘不確定度) <sup>(e)</sup>	0.3 %			
積分球的空間不均勻度(與標準燈光強度分布之差異)	0.9 %	1.8 %	0.9 %	1.8 %
積分球系統之重複性	0.3 %			
積分球系統之穩定性(每次校正之間)	0.3 %			
近場吸收	0.3 %			
試驗燈之重現性(包含穩定條件)	0.3 %			
標準燈之穩定性	0.2 %			
相對加總標準不確定度	2.4 %	2.8 %	3.9 %	4.1 %
<b>總擴展不確定度 (<math>k = 2</math>)</b>	<b>4.9 %</b>	<b>5.7 %</b>	<b>7.7 %</b>	<b>8.3 %</b>
<p>註<sup>(a)</sup> 螢光體型白光 LED 的值為左方 2 欄中之值。</p> <p><sup>(b)</sup> RGB 型白光 LED 的值為右方 2 欄中之值。</p> <p><sup>(c)</sup> 具寬角光強度分布的光源之值位於第 1 及第 3 欄。</p> <p><sup>(d)</sup> 具窄光束分布的光源之值位於第 2 及第 4 欄，但其校正標準燈為全方向型且未作修正。</p> <p><sup>(e)</sup> 此例中的值來自使用反射率 95 % 之 1.5 m 積分球量測一個具代表性的安定器內藏式 LED 燈。若使用不同的積分球及用於較大之待測裝置，此值將會改變。</p>				

表 D.2 使用積分球-分光輻射計量測 LED 燈光通量之不確定度估算總表

量 $X_i$ 之名稱	對輸出標準不確定度之相對貢獻 $u_{rel,i}(y)$	
	廣角 <sup>(a)</sup>	窄角 <sup>(b)</sup>
可追溯至 NMI 的全分光輻射通量標準之光通量不確定度	1.0 %	
光通量標準燈(鹵鎢燈)之枯化	0.3 %	
標準燈之 DC 電流不確定度	0.4 %	
周圍溫度(及溫度計之不確定度)	0.3 %	
LED 的電源電壓(及電壓計之不確定度)	0.2 %	
分光輻射計之非線性	0.8 %	
波長不確定度(0.5 nm( $k=2$ ))	0.4 %	
分光輻射計的漫射光(2,700 K 至 6,500 K 之光源)	1.0 %	
分光輻射計重現性	0.1 %	
自我吸收修正(殘餘不確定度) <sup>(c)</sup>	0.3 %	
積分球的空間不均勻度(與標準燈光強度分布之差異)	0.9 %	1.8 %
積分球系統之重複性	0.3 %	
積分球系統之穩定性(每次校正之間)	0.3 %	
近場吸收	0.3 %	
試驗燈之重現性(包含穩定條件)	0.3 %	
標準燈之穩定性	0.2 %	
相對加總標準不確定度	2.1 %	2.6 %
<b>總擴展不確定度(<math>k=2</math>)</b>	<b>4.2 %</b>	<b>5.2 %</b>
<p>註<sup>(a)</sup> 具寬角光強度分布的光源之值位於左欄。</p> <p><sup>(b)</sup> 具窄光束分布的光源之值位於右欄，但其校正標準燈為全方向型且未作修正。</p> <p><sup>(c)</sup> 此例中的值來自使用反射率 95 % 之 1.5 m 積分球量測一個具代表性的安定器內藏式 LED 燈。若使用不同的積分球及用於較大之待測裝置，此值將會改變。</p>		

表 D.3 使用測角光度計量測 LED 燈或 LED 燈具光通量之不確定度估算總表

量 $X_i$ 之名稱	對輸出標準不確定度之相對貢獻 $u_{rel,i}(y)$	
	螢光體型 <sup>(a)</sup>	RGB 型 <sup>(b)</sup>
可追溯至 SI 的二次光通量標準之校正不確定度	1.0 %	
光通量標準燈(充氣鎢絲燈)之老化	0.6 %	
標準燈之 DC 電流不確定度	0.4 %	
周圍溫度(及溫度計之不確定度)	0.3 %	
LED 的電源電壓(及電壓計之不確定度)	0.2 %	
光度計系統(包含反射鏡)之分光失配性， $f_1' = 3 %$	1.7 %	3.5 %
系統之線性	0.3 %	
空間漫射光	0.6 %	
偏極化	0.1 %	
試驗燈在掃描過程中之穩定性()	0.3 %	
試驗燈之重現性(包含穩定條件)	0.3 %	
標準燈之穩定性	0.2 %	
相對加總標準不確定度	2.3 %	3.8 %
<b>總擴展不確定度 (<math>k = 2</math>)</b>	<b>4.6 %</b>	<b>7.5 %</b>
註 <sup>(a)</sup> 螢光體型白光 LED 之值位於左欄。		
註 <sup>(b)</sup> RGB 型白光 LED 之值為位於右欄。		

表 D.4 使用測角光度計-分光輻射計量測 LED 燈或 LED 燈具光通量的不確定度估算

總表

量 $X_i$ 之名稱	對輸出標準不確定度之相對貢獻 $u_{rel,i}(y)$
可追溯至 SI 的二次光通量標準之校正不確定度	1.0 %
光通量標準燈(充氣鎢絲燈)之枯化	0.6 %
標準燈之 DC 電流不確定度	0.4 %
周圍溫度(及溫度計之不確定度)	0.3 %
LED 的電源電壓(及電壓計之不確定度)	0.2 %
分光輻射計之非線性	0.8 %
波長不確定度(0.5 nm ( $k=2$ ))	0.4 %
分光輻射計的漫射光(2,700 K 至 6,500 K 之光源)	1.0 %
分光輻射計之重現性	0.1 %
空間漫射光	0.6 %
偏極化	0.1 %
試驗燈在掃描過程中之穩定性	0.3 %
試驗燈之重現性(包含穩定條件)	0.3 %
標準燈之穩定性	0.2 %
相對加總標準不確定度	2.0 %
<b>總擴展不確定度(<math>k=2</math>)</b>	<b>3.9 %</b>

表 D.5 使用積分球-分光輻射計或測角光度計-分光輻射計量測 LED 燈或 LED 燈具色度特性之不確定度估算總表

(表列之值為針對  $T_{cp} = 3,000\text{ K}$  與  $6,000\text{ K}$  之螢光體型白光 LED 裝置)

量 $X_i$ 之名稱	對輸出標準不確定度之絕對貢獻								
	$u_i(x)$	$u_i(y)$	$u_i(u')$	$u_i(v')$	$u_i(T_{cp})$ 3,000 K	$u_i(T_{cp})$ 6,000 K	$u_i(Duv)$	$u_i(R_a)$	
可追溯至 SI 的二次分光輻射通量標準或分光輻照度標準之校正不確定度	0.0014	0.0019	0.0005	0.0012	26.6	67.8	0.0005	0.44	
標準燈之枯化	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	2.1	5.4	0.0000	0.00	
波長不確定度	0.0004	0.0007	0.0001	0.0004	6.9	17.5	0.0002	0.08	
燈與分光輻射計之再現性	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	3.7	9.4	0.0001	0.10	
分光輻射計之非線性	0.0007	0.0003	0.0005	0.0002	11.8	30.2	0.0001	0.23	
分光輻射計之帶通	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001	1.1	2.7	0.0000	0.03	
分光輻射計之漫射光	3,000 K	0.0006	0.0010	0.0000	0.0005	5.3	-	0.0003	0.25
	6,000 K	0.0019	0.0029	0.0003	0.0017	-	101.5	0.0006	0.14
相對加總標準不確定度	3,000 K	0.0017	0.0023	0.0007	0.0014	30.7	-	0.0007	0.57
	6,000 K	0.0025	0.0036	0.0008	0.0021	-	127	0.0008	0.53
總擴展不確定度 ( $k = 2$ )	3,000 K	<b>0.0035</b>	<b>0.0047</b>	<b>0.0014</b>	<b>0.0027</b>	<b>61</b>	-	<b>0.0014</b>	<b>1.1</b>
	6,000 K	<b>0.0050</b>	<b>0.0072</b>	<b>0.0016</b>	<b>0.0042</b>	-	<b>255</b>	<b>0.0016</b>	<b>1.1</b>
備考：與在 $(x,y)$ 或 $(u',v')$ 色度座標圖上真實點有距離之色度座標不確定度，應使用涵蓋因數 $k=2.45$ 來求 95 % 信心區間下之擴展不確定度。									

附錄 E

(參考)

決定 LED 燈具光度特性額定值之指引

E.1 介紹

LED 燈具出版的資料為其標準試驗條件下之額定資料。額定資料為型式試驗(對 LED 生產品一或多個代表品的符合性試驗)中符合性之參考。符合性要求由適當之燈具性能標準確定。光度或色度額定資料的基礎為 1 個 LED 燈具之量測結果。LED 燈具製造商宜注意量測結果不會自動成為產品之額定資料。LED 燈具製造商宜考

慮組件的所有許可差及裝配過程本身之品質。建議將量測資料與 LED 光源之額定資料建立關連性。

備考 1. LED 燈具之組件可為 LED 光源及 LED 控制裝置，也可為光學元件。

備考 2. 適當之燈具性能標準提供額定資料。其至少包括光通量及發光效率，但也可包括光強度分布、演色性指數、相關色溫等。

本文描述之步驟為針對 LED 燈具，但可考慮以類似之步驟用於其他照明產品。

## E.2 LED 燈具資料之額定值及許可差

在大多數 LED 燈具中 LED 光源無法與燈具分離。因此，LED 燈具是以所謂“絕對測光法”進行量測。LED 燈具量測的輸出資料可能為實驗室試驗條件下之原始資料，經修正後以標準試驗條件作報告(參照第 4 節)。關聯之不確定度也要作報告。

報告乃針對受測之個別 LED 燈具(即待測裝置)而作，所得資料會受樣品本身特定部件之影響，例：所使用光源與控制裝置之個別差異。因此，在標準試驗條件下的單個樣品資料可能不足以描述產品之額定值，可能需要引入補充之修正因數。

備考 1. 量測的不確定度及產品之許可差必須明確區分。

LED 燈具製造商宜評估量測的 LED 燈具所用之相關組件是否能代表此組件，而非受燈具影響。宜特別注意主要組件，例：LED 光源及 LED 控制裝置。宜檢查此等組件以確認是否符合製造商提供之資料。

單一組件評估之資料也宜連結至光度量測資料，因結合至 LED 燈具中時會影響組件之工作條件。為此需要在光度量測期間量測與組件評估時相同之參數。透過比較相關資料可計算出修正因數(光學或電氣效率等)。

備考 2. 參數可為 LED 光源電流、LED 光源或 LED 控制裝置之溫度等。

備考 3. 製造商或責任供應商提出的組件資料可為額定資料、許可差、統計上之分布、代表值等。

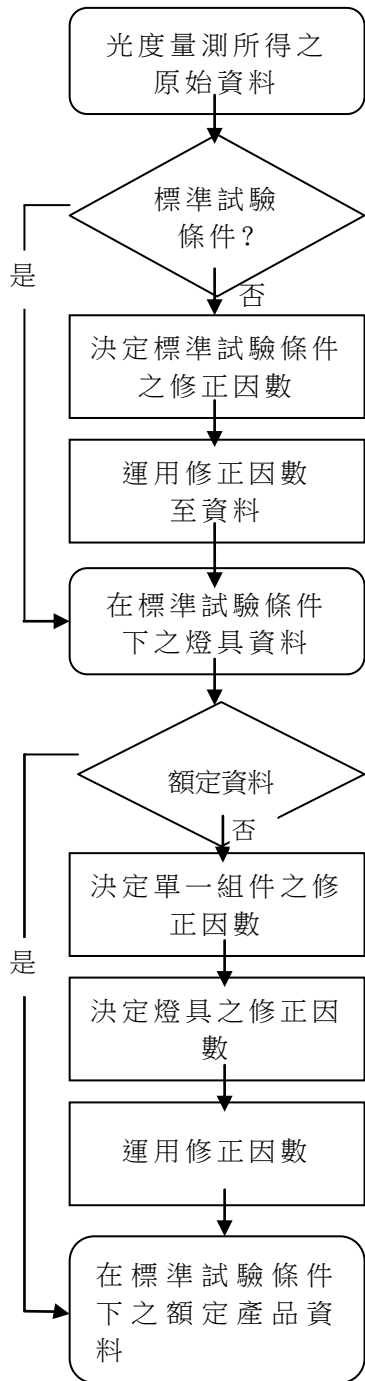
備考 4. 應特別留意資料是供內插或外推。

確定額定資料及許可差的模型還必須考慮裝配過程之許可差(例：LED 光源及散熱器之間的熱管理表現)。

若無法得到修正因數來確定額定資料，則必須增加許可差。

LED 燈具製造商必須為每個系統單獨制定詳細的逐步程序，參照圖 E.1。





參照第 4 節

此記錄只與單一 LED 燈具相關。所記錄之資料供實驗室之間的比對。

此記錄與所有類似配備之 LED 燈具相關。

圖 E.1 求得 LED 燈具額定光度特性之逐步程序流程圖

參考資料

- [1] ANSI NEMA ANSLG C78.377-2008. Specifications for the Chromaticity of Solid state Lighting products
- [2] BERGEN, A.S.J., JENKINS, S.E.(2012). Determining the minimum test distance in the goniophotometry of LED luminaires, CIE x037:2012 Proceedings of CIE 2012 “Lighting Quality and Energy Efficiency”
- [3] CIE 063-1984. The Spectroradiometric Measurements of Light Sources
- [4] CIE 179:2007. Methods for Characterising Tristimulus Colorimeters for Measuring the Colour of Light
- [5] CIE TN 001:2014. Chromaticity Difference Specification for Light Sources
- [6] CNS 61347-2-13 光源控制裝置－第 2-13 部：LED 模組用直流或交流電子式控制裝置之個別要求
- [7] IEC 62031:2012. LED modules for general Lighting – Safety specifications
- [8] IEC 62384:2011. DC or AC supplied electronic controlgear for LED modules – Performance requirements
- [9] CNS 15436 安定器內藏式發光二極體燈泡(一般照明用)－安全性要求
- [10] IEC Guide 115(2007). Application of uncertainty of measurement to conformity assessment activities in the electro-technical sector
- [11] IES LM-79-08(2008). Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products
- [12] IES LM-78-07(2007). Approved Method for Total Luminous Flux Measurement of Lamps Using an Integrating Sphere Photometer
- [13] CNS 17025 測試與校正實驗室能力一般要求事項
- [14] KRÜ GER, U., BLATTNER, P.(2013). Spectral mismatch correction factor estimation for white LED spectra based on the photometer's  $f_1$ 'value. CIE x038:2013 Proceedings of the CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light” , Paris, 2013
- [15] MARTINSONS, C., ZONG. Y., MILLER, C., OHNO, Y., OLIVE, F., PICARD, N.(2013). Influence of Current and Voltage Harmonic Distortion on the Power Measurement of LED Lamps and Luminaires, CIE x038:2013 Proceedings of the CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light” , Paris, 2013
- [16] ILAC P10:01/2013 ILAC Policy on the Traceability of Measurement Results

相對應國際標準

CIE S 025/E:2015 Test Method for LED Lamps,LED Luminaires and LED Modules