

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 10886:2015**

**IES LM-79-08**

Xuất bản lần 1

**PHÉP ĐO ĐIỆN VÀ QUANG  
CHO CÁC SẢN PHẨM CHIẾU SÁNG RẮN**

*Electrical and photometric measurements of solid lighting products*

**HÀ NỘI - 2015**

## Mục lục

	Trang
Lời nói đầu .....	5
1 Tổng quan .....	7
1.1 Phạm vi áp dụng .....	7
1.2 Qui định chung.....	7
1.3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
2 Điều kiện môi trường .....	9
3 Đặc tính của nguồn cung cấp .....	10
4 Luyện sản phẩm SSL .....	10
5 Ổn định sản phẩm SSL .....	10
6 Hướng lắp đặt .....	11
7 Giá trị đặt về điện.....	11
8 Thiết bị đo điện .....	11
9 Phương pháp thử để đo quang thông tổng .....	12
10 Phân bố cường độ sáng .....	24
11 Hiệu suất sáng.....	24
12 Phương pháp thử các đặc trưng màu sắc của sản phẩm SSL.....	25
13 Công bố độ không đảm bảo đo .....	28
14 Báo cáo thử nghiệm .....	28
Phụ lục A (tham khảo) – Giải thích nội dung tiêu chuẩn .....	30
Thư mục tài liệu tham khảo .....	32

**Lời nói đầu**

TCVN 10886:2015 hoàn toàn tương đương với IES LM-79-08;

TCVN 10886:2015 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E11  
*Chiếu sáng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề  
nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

# Phép đo điện và quang cho các sản phẩm chiếu sáng rắn

*Electrical and photometric measurements for solid lighting products*

## 1 Tổng quan

### 1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các quy trình đo cần tuân thủ và các biện pháp phòng ngừa cần thực hiện để thực hiện các phép đo có thể tái lập của quang thông, công suất điện, phân bố cường độ sáng và màu của các sản phẩm chiếu sáng rắn (SSL) dùng cho mục đích chiếu sáng trong các điều kiện tiêu chuẩn. Tiêu chuẩn này đề cập đến các sản phẩm SSL sử dụng LED có cơ cấu điều khiển điện tử và tản nhiệt lắp cùng tức là các thiết bị này chỉ yêu cầu nguồn lưới xoay chiều hoặc nguồn điện một chiều để làm việc. Tiêu chuẩn này không đề cập đến các sản phẩm SSL đòi hỏi các mạch điện làm việc bên ngoài hoặc tản nhiệt bên ngoài (ví dụ chip LED, gói LED và môđun LED). Tiêu chuẩn này cũng đề cập đến các sản phẩm SSL ở dạng đèn điện (có lắp các nguồn sáng) cũng như các bóng đèn LED tích hợp (xem 1.3.5). Tiêu chuẩn này mô tả các phương pháp thử nghiệm đối với các sản phẩm SSL riêng và không áp dụng để xác định thông số tính năng của sản phẩm, mà trong đó những biến thể riêng trong số các sản phẩm cần được xem xét.

### 1.2 Qui định chung

Các sản phẩm SSL trong tiêu chuẩn này sử dụng LED (kể cả LED vô cơ và LED hữu cơ) làm nguồn bức xạ quang để phát ra ánh sáng cho mục đích chiếu sáng. LED là thiết bị bán dẫn có lớp tiếp giáp p-n phát bức xạ quang không kết hợp khi đặt theo chiều thuận. Ánh sáng trắng được LED phát ra bằng hai phương pháp: phổ nhìn thấy của hai hoặc nhiều màu phát ra bởi LED trộn với nhau, hoặc phát xạ (trong vùng màu xanh hoặc cực tím) từ LED được sử dụng để kích thích một hoặc nhiều photophosphor ra phát xạ băng rộng trong vùng nhìn thấy (phát xạ Stoke). Mô tả chung về LED và chiếu sáng cho trong [1]. Mặc dù bộ điều khiển dòng điện không đổi thường dùng cho LED tách rời, tiêu chuẩn này đề cập đến các sản phẩm SSL tích hợp có lắp bộ điều khiển dòng điện của thiết bị bán dẫn, do đó các tham số điện cần quan tâm là các tham số điện đầu vào của sản phẩm SSL.

Đối với mục đích đặc biệt, có thể có ích khi xác định đặc tính của sản phẩm SSL khi chúng làm việc ở điều kiện khác với điều kiện tiêu chuẩn mô tả trong tiêu chuẩn này. Trong trường hợp này, các kết quả chỉ có giá trị đối với điều kiện cụ thể mà ở đó chúng đạt được và các điều kiện này phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm.

## TCVN 10886:2015

Thông tin về trắc quang thường được yêu cầu đối với các sản phẩm SSL là quang thông tổng ( $lm$ ), hiệu suất sáng ( $lm/W$ ), cường độ sáng ( $cd$ ) trong một hoặc nhiều hướng, tọa độ màu, nhiệt độ màu tương quan và chỉ số thể hiện màu. Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, việc xác định các dữ liệu này sẽ được xem xét trong phép đo trắc quang.

Đặc tính điện đo được đối với các sản phẩm SSL cấp điện xoay chiều là điện áp vào xoay chiều hiệu dụng, dòng điện vào xoay chiều hiệu dụng, công suất vào xoay chiều, tần số và hệ số công suất của điện áp vào. Đối với các sản phẩm SSL cấp điện một chiều, đặc tính điện đo được là điện áp vào một chiều, dòng điện vào một chiều và công suất vào. Trong tiêu chuẩn này, việc xác định các số liệu này sẽ được coi là các phép đo điện.

### 1.3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

#### 1.3.1

##### Đơn vị đo (measurement units)

Đơn vị đo điện là vôn, ampe và oát. Đơn vị đo quang là lumen và candela.

Tọa độ màu được qui định theo hệ thống khuyến cáo của CIE, là tọa độ  $(x,y)$  hoặc  $(u',v')$ . Để qui định dung sai tọa độ màu độc lập với nhiệt độ màu tương quan, cần sử dụng tọa độ  $(u',v')$ . Tọa độ màu cũng có thể biểu diễn bằng CCT và Duv (khoảng cách từ quỹ tích Planckian trên sơ đồ  $(u', 2/3u')$  của CIE); xem [4].

#### 1.3.2

##### Ổn định điện áp (regulation)

Sự không thay đổi của điện áp đặt vào sản phẩm SSL cần thử nghiệm.

#### 1.3.3

##### Thời gian luyện (seasoning time)

Hoạt động trước của sản phẩm SSL cần thử nghiệm trong số giờ cho trước tính từ tình trạng sản xuất mới. Số liệu quang thu được ngay sau thời gian luyện này được gọi là số liệu "ban đầu".

#### 1.3.4

##### Ổn định (stabilization)

Hoạt động của sản phẩm SSL cần thử nghiệm trong giai đoạn thời gian đủ để các giá trị điện và quang trở nên ổn định. Thời gian này đôi khi còn gọi là thời gian nung nóng.

#### 1.3.5

##### Bóng đèn LED tích hợp (integrated LED lamp)

Thiết bị LED có bộ điều khiển tích hợp và đầu đèn tiêu chuẩn được thiết kế để nối với mạch điện thông qua đui đèn/ổ cắm tiêu chuẩn (ví dụ thay cho bóng đèn nung sáng có đầu đèn xoay ren).

**1.3.6****Đèn điện LED (LED luminaire)**

Khối chiếu sáng LED hoàn chỉnh gồm nguồn sáng và bộ điều khiển cùng với các bộ phận để phân bố ánh sáng, định vị và bảo vệ nguồn sáng, nối nguồn sáng đến mạch điện. Bản thân nguồn sáng có thể là dãy LED, môđun LED hoặc bóng đèn LED.

**1.3.7****Đốt nóng trước (preburning)**

Hoạt động của nguồn sáng trước khi lắp vào thiết bị đo để rút ngắn thời gian ổn định cần thiết trên thiết bị.

**1.3.8****Đầu đo quang (photometer head)**

Khối chứa đầu thu quang, bộ lọc hiệu chỉnh  $V(\lambda)$  và các thành phần bổ sung (khe hở, bộ khuếch tán, bộ khuếch đại, v.v...) bên trong khối đó.

**2 Điều kiện môi trường****2.1 Qui định chung**

Do đặc tính nhiệt của LED, các giá trị trắc quang và đặc tính về điện của các sản phẩm SSL nhạy với sự thay đổi nhiệt độ môi trường hoặc sự di chuyển của không khí.

**2.2 Nhiệt độ không khí**

Nhiệt độ môi trường mà các phép đo được thực hiện phải được duy trì ở giá trị  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , đo tại điểm cách sản phẩm SSL không quá 1 m và có cùng cao độ so với sản phẩm SSL. Cảm biến nhiệt độ phải được bọc cách ly để tránh bức xạ ánh sáng trực tiếp từ sản phẩm SSL và bức xạ ánh sáng từ các nguồn khác. Nếu các phép đo được thực hiện ở nhiệt độ khác với khuyến cáo này, đây là điều kiện phi tiêu chuẩn và phải được ghi chú trong báo cáo kết quả.

**2.3 Điều kiện nhiệt độ cho việc lắp đặt các sản phẩm SSL**

Phương pháp lắp đặt có thể là việc tạo ra đường dẫn chính để tản nhiệt từ thiết bị và có thể ảnh hưởng đáng kể đến các kết quả đo. Các sản phẩm SSL dùng trong thử nghiệm phải được lắp đặt vào thiết bị đo (ví dụ như quả cầu tích phân) sao cho sự truyền nhiệt qua các cơ cấu đỡ gây nên tác động làm mát không đáng kể. Ví dụ, khi một sản phẩm gắn trần được đo bằng cách gắn vào vách cầu, sản phẩm này có thể được treo trong không khí thay vì được gắn tiếp xúc nhiệt trực tiếp với vách cầu. Hoặc sản phẩm có thể được giữ bằng các vật liệu đỡ có khả năng truyền nhiệt thấp (ví dụ như nhựa Teflon). Bất cứ sự sai khác nào so với yêu cầu này cần phải được đánh giá ảnh hưởng tới các kết quả đo. Cũng cần phải chú ý để các cơ cấu đỡ không gây ảnh hưởng tới dòng khí quanh sản phẩm. Nếu sản phẩm SSL dùng trong thử nghiệm được cung cấp kèm theo cấu trúc đỡ được xác định là một thành phần của

## **TCVN 10886:2015**

hệ thống quản lý nhiệt trong đèn chiếu sáng, sản phẩm phải được thử nghiệm khi đang được gắn với cấu trúc đỡ đó. Bất kỳ cấu trúc đỡ nào được bao gồm trong phép đo đều phải được báo cáo.

### **2.4 Sự di chuyển của không khí**

Tác động của sự di chuyển không khí trên bề mặt của sản phẩm SSL dùng trong thử nghiệm có thể làm thay đổi đáng kể các giá trị điện và quang. Dòng khí quanh sản phẩm SSL đang được thử nghiệm phải không được gây ảnh hưởng tới dòng khí đối lưu bình thường sinh ra bởi thiết bị đang trong thử nghiệm.

## **3 Đặc tính của nguồn cung cấp**

### **3.1 Dạng sóng của bộ nguồn xoay chiều**

Nguồn xoay chiều sử dụng cho sản phẩm SSL phải có dạng sóng điện áp hình sin với tần số cho trước (thông thường là 60 Hz hoặc 50 Hz) sao cho tổng giá trị hiệu dụng của các thành phần hài không vượt quá 3 % giá trị hiệu dụng của thành phần cơ bản trong suốt quá trình thử nghiệm.

### **3.2 Ổn định điện áp**

Điện áp của nguồn xoay chiều (điện áp hiệu dụng) hoặc nguồn một chiều (điện áp tức thời) cung cấp cho thiết bị trong thử nghiệm phải được ổn định trong khoảng  $\pm 0,2$  % khi có tải.

## **4 Luyện sản phẩm SSL**

Với mục đích đánh giá các sản phẩm SSL mới, các sản phẩm SSL phải được thử nghiệm khi chưa qua luyện.

**CHÚ THÍCH:** Một số nguồn sáng LED được biết có sự gia tăng nhẹ ánh sáng phát ra trong 1 000 h hoạt động đầu tiên; nhiều nguồn sáng LED khác không có đặc tính trên. Yêu cầu về việc không qua luyện được chấp nhận vì sự gia tăng ánh sáng phát ra của sản phẩm LED từ 0 h đến 1 000 h, nếu có, là nhỏ hơn vài phần trăm, không gây ra sự thay đổi đáng kể đối với quang thông ban đầu danh định hoặc tuổi thọ danh định của sản phẩm.

## **5 Ổn định sản phẩm SSL**

Trước khi các phép đo được tiến hành, sản phẩm SSL dùng trong thử nghiệm phải được hoạt động đủ lâu để đạt tới trạng thái ổn định và cân bằng nhiệt độ. Thời gian yêu cầu cho sự ổn định phụ thuộc vào chủng loại sản phẩm SSL được thử nghiệm. Thời gian ổn định thường nằm trong khoảng 30 min (đối với bóng đèn LED tích hợp loại nhỏ) tới 2 h hoặc lâu hơn đối với các loại đèn SSL lớn. Sản phẩm SSL trong suốt quá trình ổn định phải được hoạt động trong điều kiện nhiệt độ môi trường như quy định trong 2.2 và trong theo hướng lắp đặt như qui định trong Điều 6. Độ ổn định được đánh giá là đạt được khi sự thay đổi (lớn nhất – nhỏ nhất) của tối thiểu 3 số đọc ánh sáng phát ra và công suất điện trong thời gian 30 min, được lấy cách nhau 15 min, nhỏ hơn 0,5 %. Thời gian ổn định sử dụng cho từng sản phẩm SSL phải được ghi lại.

Để đo một lượng lớn sản phẩm có cùng model, các phương pháp ổn định chưa được mô tả ở trên (ví dụ đốt trước sản phẩm, xem 1.3.7) có thể được sử dụng nếu chứng minh được rằng phương pháp này sẽ tạo ra điều kiện ổn định giống như khi sử dụng phương pháp tiêu chuẩn nêu trên (quang thông đo được thay đổi trong phạm vi 0,5 %).

## **6 Hướng lắp đặt**

Sản phẩm SSL cần thử nghiệm phải được đánh giá theo hướng lắp đặt được nhà chế tạo khuyến cáo đối với sử dụng dự kiến của sản phẩm SSL. Ổn định và phép đo quang của các sản phẩm SSL phải được thực hiện trong hướng lắp đặt này.

**CHÚ THÍCH:** Quá trình phát xạ ánh sáng của LED không bị ảnh hưởng bởi hướng lắp đặt. Tuy nhiên hướng lắp đặt của sản phẩm SSL có thể tạo ra những thay đổi trong các điều kiện nhiệt đối với LED được sử dụng trong sản phẩm, và do đó có thể ảnh hưởng đến ánh sáng phát ra. Hướng của sản phẩm SSL như lắp đặt cho phép đo phải được ghi vào báo cáo thử nghiệm.

## **7 Giá trị đặt về điện**

Sản phẩm SSL cần thử nghiệm phải được hoạt động ở điện áp danh định (xoay chiều hoặc một chiều) theo qui định kỹ thuật của sản phẩm SSL đối với sử dụng bình thường. Nguồn điện vào dạng xung và các phép đo được đồng bộ với việc giảm công suất vào chu kỳ để làm giảm nhiệt độ trên tiếp giáp p-n thấp hơn giá trị đặt được với nguồn điện vào liên tục không được sử dụng cho thử nghiệm sản phẩm SSL.

Nếu sản phẩm có khả năng điều chỉnh ánh sáng, các phép đo phải được thực hiện ở công suất vào lớn nhất. Nếu sản phẩm có nhiều chế độ làm việc kể cả CCT thay đổi thì phép đo có thể thực hiện ở các chế độ làm việc khác nhau (và các CCT khác nhau) nếu cần, và các điều kiện đặt này phải được ghi lại rõ ràng.

## **8 Thiết bị đo điện**

### **8.1 Mạch điện**

Đối với các sản phẩm SSL đầu vào một chiều, vôn mét một chiều và ampe mét một chiều được nối giữa nguồn một chiều và sản phẩm SSL cần thử nghiệm. Vôn mét phải được nối song song với các đầu điện vào của sản phẩm SSL. Tích của điện áp đo được và dòng điện đo được là giá trị công suất điện vào (oát) của các sản phẩm SSL nguồn một chiều.

Đối với các sản phẩm SSL đầu vào xoay chiều, thiết bị đo công suất xoay chiều phải được nối giữa nguồn công suất xoay chiều và sản phẩm SSL cần thử nghiệm và phải đo công suất điện xoay chiều, điện áp vào và dòng điện.



## TCVN 10886:2015

### 8.2 Độ không đảm bảo đo

Độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn (xem chú thích dưới đây) của thiết bị đo dòng điện và điện áp xoay chiều phải  $\leq 0,2\%$ . Độ không đảm bảo đo hiệu chuẩn của thiết bị đo công suất xoay chiều phải  $\leq 0,5\%$  và đối với điện áp một chiều và dòng điện một chiều phải  $\leq 0,1\%$ .

CHÚ THÍCH: Độ không đảm bảo đo ở đây liên quan đến độ không đảm bảo đo được mở rộng tương đối với khoảng độ tin cậy là 95%, thông thường với hệ số phủ  $k = 2$ , như qui định trong [5] và [6]. Nếu qui định kỹ thuật của nhà chế tạo không qui định độ không đảm bảo đo theo cách này thì cần liên hệ với nhà chế tạo để có chuyển đổi thích hợp.

## 9 Phương pháp thử để đo quang thông tổng

Quang thông tổng của các sản phẩm chiếu sáng rắn phải được đo bằng hệ thống quả cầu tích phân hoặc quang kế góc. Phương pháp đo được lựa chọn tùy thuộc vào thông số cần đo khác (màu sắc, phân bố cường độ), kích thước của sản phẩm chiếu sáng rắn, và các yêu cầu khác. Hướng dẫn của mỗi phương pháp sẽ được mô tả dưới đây.

### <Hệ thống quả cầu tích phân>

Hệ thống quả cầu tích phân thích hợp cho việc đo quang thông tổng và màu sắc của bóng đèn LED tích hợp và đèn LED kích thước tương đối nhỏ (xem 9.1.2 cho hướng dẫn về kích thước của sản phẩm chiếu sáng rắn có thể được đo trong một quả cầu tích phân có kích thước xác định). Ưu điểm của hệ thống quả cầu tích phân là có thể tiến hành đo nhanh và không cần sử dụng buồng tối. Lưu thông không khí được hạn chế tối đa và nhiệt độ bên trong quả cầu không bị ảnh hưởng bởi thay đổi nhỏ của nhiệt độ phòng đo. Cần lưu ý rằng nhiệt tản ra từ sản phẩm SSL đặt bên trong hoặc phía trên quả cầu tích phân có thể bị tích tụ làm tăng nhiệt độ không khí xung quanh sản phẩm đo thử nghiệm (xem chi tiết ở 9.1.1).

Hai loại hệ thống quả cầu tích phân có thể được sử dụng, loại đầu sử dụng đầu đo quang hiệu chỉnh theo  $V(\lambda)$  (quang kế cầu, xem 9.2), loại thứ hai sử dụng phổ kế bức xạ (phổ kế bức xạ cầu, xem 9.1). Sai số do sai lệch phổ (xem 9.2.6) xảy ra trong phương pháp đầu là do sự sai khác của độ nhạy phổ tương đối của quang kế quả cầu tích phân so với  $V(\lambda)$ , trong khi đó về mặt lý thuyết sẽ không có sai lệch này với phương pháp thứ hai. Phương pháp sử dụng phổ kế bức xạ thích hợp hơn cho việc đo các sản phẩm chiếu sáng rắn so với phương pháp sử dụng đầu đo quang là vì sai số do sai lệch phổ (xem 1.3.8) có xu hướng tăng lên đáng kể đối với bức xạ của LED và việc hiệu chỉnh là không đơn giản, đòi hỏi kiến thức về độ nhạy phổ của hệ thống cũng như phổ phát xạ của thiết bị được thử nghiệm. Hơn nữa, với phương pháp sử dụng phổ kế bức xạ, các đại lượng màu sắc cũng có thể được đo đồng thời với quang thông tổng. Xem 9.1 và 9.2 để biết thêm chi tiết của cả hai phương pháp này. Những khuyến nghị chung cho việc đo sử dụng quang kế quả cầu tích phân có thể được tra cứu trong [7] và [8].

### <Quang kế góc>

Quang kế góc cho phép đo phân bố cường độ sáng và quang thông tổng. Quang kế góc có thể đo quang thông tổng của sản phẩm SSL có kích thước tương đối lớn (tương ứng với kích thước của đèn huỳnh quang truyền thống) và cũng có thể sử dụng để đo sản phẩm SSL kích thước nhỏ. Một quang kế góc thường được đặt trong một phòng tối, thường có nhiệt độ được khống chế, và không bị tích tụ nhiệt từ nguồn sáng được đo. Tuy nhiên, cần phải để ý đến các luồng khí từ hệ thống thông gió vì chúng có thể làm ảnh hưởng đến kết quả phép đo các sản phẩm SSL rất nhạy với nhiệt độ. Nhiệt độ môi trường phải được đo và duy trì ở những giá trị quy định trong 2.2. Những phép đo sử dụng quang kế góc mất nhiều thời gian hơn so với phép đo sử dụng quang kế quả cầu. Quang kế góc sử dụng đầu đo ánh sáng ban ngày phổ rộng thì nhạy với sai số do sai lệch phổ như đã được nói tới ở trên. Thực vậy, hiệu chỉnh sai lệch phổ có thể khó khăn hơn nếu có sự thay đổi đáng kể về màu sắc theo góc. Xem 9.3 để hiểu cách sử dụng quang kế góc trong việc đo sản phẩm SSL. Những khuyến nghị chung về quang kế góc được đưa ra trong [8] và [9].

### 9.1 Quả cầu tích phân với phổ kế bức xạ (hệ thống phổ kế bức xạ cầu)

Loại thiết bị này cho phép đo tổng thông lượng bức xạ phổ (đơn vị: W/nm), từ đó tính toán quang thông tổng và thông số màu sắc. Bằng cách sử dụng phổ kế bức xạ ma trận có thể đạt được tốc độ đo như khi sử dụng một đầu đo quang.

#### 9.1.1 Quả cầu tích phân

Kích thước của quả cầu tích phân cần phải đủ lớn để bảo đảm sai số phép đo do ảnh hưởng của tấm chắn sáng và sự tự hấp thụ (xem 9.1.5) của sản phẩm SSL là không đáng kể. Xem 9.1.2 chỉ dẫn về kích thước cần có của quả cầu đối với các kích thước của sản phẩm SSL được đo. Nhìn chung, quả cầu đường kính 1 m hoặc lớn hơn thường được sử dụng để đo các bóng đèn kích thước nhỏ (kích thước của bóng đèn dây tóc hoặc đèn huỳnh quang compact); quả cầu kích thước 1,5 m hoặc lớn hơn thường được sử dụng để đo các bóng đèn lớn hơn (ví dụ, kích thước của đèn huỳnh quang dạng ống 1,2 m và đèn phóng điện cao áp). Kích thước quả cầu tích phân cũng cần phải đủ lớn để tránh sự tăng nhiệt quá nhiều do nhiệt từ các nguồn sáng thử nghiệm. Quả cầu có kích thước 2 m hoặc lớn hơn được sử dụng để đo các nguồn sáng công suất 500 W hoặc hơn.

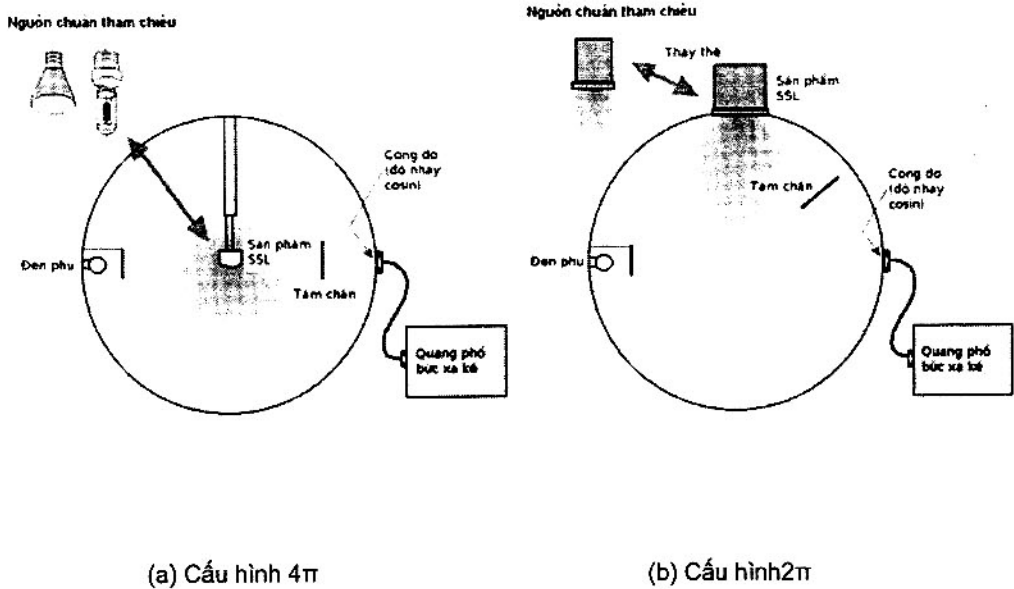
Quả cầu tích phân cần được trang bị một bóng đèn phụ để đo hiệu ứng tự hấp thụ (xem 9.1.5). Bóng đèn phụ cho hệ thống phổ kế bức xạ cầu phải có dải phát xạ rộng hơn toàn bộ dải phổ của đầu đo. Vì lý do đó, bóng đèn halogen thường được sử dụng cho mục đích này. Ánh sáng phát ra của bóng đèn phụ cần được ổn định trong suốt quá trình đo hiệu ứng tự hấp thụ.

Thành trong quả cầu thường được sơn phủ một lớp vật liệu có độ phản xạ từ 90 % đến 98 %, tùy thuộc vào kích thước và cách thức sử dụng quả cầu. Độ phản xạ lớp vật liệu này càng cao thì tín hiệu thu nhận càng cao và làm giảm sai số do độ nhạy không đều của quả cầu và do sự biến thiên phân bố cường độ sáng của sản phẩm SSL được đo. Độ phản xạ cao đặc biệt cần thiết cho hệ thống phổ kế bức xạ cầu để đảm bảo tỷ lệ tín hiệu/nhiều hợp lý trong toàn bộ vùng nhìn thấy. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, với lớp vật liệu sơn phủ có độ phản xạ cao, độ nhạy của quả cầu trở nên nhạy hơn với các hiệu

ứng tự hấp thụ và sự suy giảm dần theo thời gian, và hơn nữa, sẽ có nhiều biến thiên hơn ở dữ liệu phổ ánh sáng thông qua quả cầu. Nếu có lỗ mờ trong quả cầu tích phân, cần xét đến độ phản xạ trung bình, và vật liệu phủ có độ phản xạ cao hơn sẽ có tác dụng bù trừ sự giảm của độ phản xạ trung bình.

**9.1.2 Cấu hình quả cầu tích phân**

Hình 1 thể hiện cấu hình lắp đặt của một hệ thống phổ kế bức xạ cầu để đo quang thông tổng của các sản phẩm SSL. Các nguồn chuẩn cho tổng thông lượng bức xạ phổ. Cấu hình dạng  $4\pi$  (a) được khuyến cáo sử dụng thích hợp cho tất cả các loại sản phẩm SSL bao gồm cả những loại phát sáng theo mọi phương (góc khối  $4\pi$  sr) hoặc những loại chỉ phát xạ theo một phương (bất kể hướng nào). Cấu hình dạng  $2\pi$  (b) có thể được sử dụng cho các sản phẩm SSL chiếu sáng theo một phương (bất kể hướng nào), và có thể được sử dụng cho các sản phẩm SSL có kích thước tổng thể quá lớn để sử dụng cấu hình  $4\pi$ . Ở cả hai cấu hình, kích thước của sản phẩm SSL thử nghiệm cần được giới hạn theo kích thước quả cầu để đảm bảo đủ độ đồng đều không gian của tích phân ánh sáng và hiệu chỉnh chính xác cho hiệu ứng tự hấp thụ. Để đo các bóng đèn LED tích hợp, quả cầu có thể được trang bị bộ gá treo đèn với loại đuôi xoáy.



**Hình 1 – Cấu hình khuyến nghị cho quả cầu để đo quang thông tổng sử dụng phổ kế bức xạ.**

**(a): cho mọi loại sản phẩm SSL, (b): cho sản phẩm SSL có phát xạ hướng phía trước**

Trong cấu hình  $4\pi$ , theo hướng dẫn, tổng diện tích bề mặt của sản phẩm SSL phải nhỏ hơn 2 % tổng diện tích của thành quả cầu. Điều này tương ứng với, ví dụ, một vật hình cầu có đường kính nhỏ hơn 30 cm trong một quả cầu tích phân có đường kính 2 m. Kích thước vật lý lớn nhất của một sản phẩm dạng thẳng phải nhỏ hơn 2/3 đường kính của quả cầu.

Trong cấu hình  $2\pi$ , bán kính lỗ mở để đặt nguồn sáng SSL nên nhỏ hơn  $1/3$  đường kính quả cầu. Sản phẩm SSL cần được đặt bên trong lỗ mở hình tròn sao cho các cạnh trước của sản phẩm ngang bằng với các cạnh của lỗ mở (hoặc có thể sâu hơn một chút vào phía trong quả cầu để đảm bảo rằng tất cả ánh sáng phát ra từ sản phẩm sẽ được thu nhận bên trong quả cầu). Trong trường hợp này, khe hở giữa các cạnh của lỗ mở và của sản phẩm SSL (hoặc của nguồn sáng chuẩn) có thể được che bởi một bề mặt (phía trong được sơn trắng) để đảm bảo phép đo có thể được thực hiện trong phòng có môi trường chiếu sáng bình thường vì phía trong quả cầu đã được che chắn hoàn toàn với phía ngoài (xem Hình 2(a)). Nếu điều này khó có thể thực hiện một cách thuận lợi và khe hở được để trống, có thể cần bố trí một phòng tối (ít nhất là ở xung quanh lỗ mở) sao cho không có ánh sáng ngoài hoặc ánh sáng phản xạ lọt vào trong quả cầu (xem Hình 2(b)). Trong cả hai trường hợp, sản phẩm SSL thử nghiệm phải được treo lắp trong quả cầu bằng các vật liệu hoặc cấu trúc đỡ không dẫn nhiệt từ sản phẩm SSL đến thành quả cầu. Xem thêm 2.3.

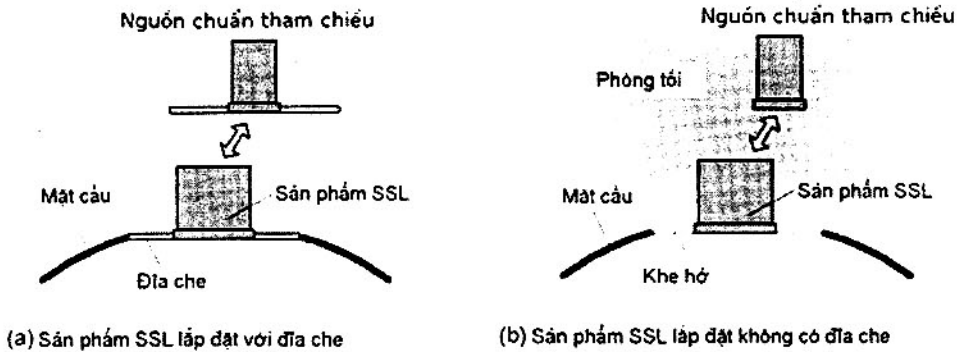
Trong cả hai cấu hình lắp đặt, kích thước của tấm chắn sáng cần nhỏ nhất có thể để che chắn ánh sáng trực tiếp chiếu tới cổng đầu thu từ những sản phẩm SSL thử nghiệm lớn nhất hoặc bóng đèn chuẩn. Tấm chắn sáng được khuyến nghị bố trí cách cổng đầu thu ở khoảng từ  $1/3$  đến  $1/2$  bán kính của quả cầu. Bóng đèn phụ cũng cần được che chắn sao cho ánh sáng phát ra không trực tiếp đi tới bất kỳ phần bề mặt nào của sản phẩm SSL hoặc tới cổng đầu thu.

Các đèn chuẩn cho tổng thông lượng bức xạ phổ thường là các bóng đèn sợi đốt halogen thạch anh. Các bóng đèn này có phổ phát xạ rộng và được dùng để hiệu chỉnh phổ kế bức xạ cho toàn bộ vùng bức xạ nhìn thấy. Đối với cấu hình  $2\pi$ , yêu cầu phải sử dụng các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ sáng chỉ hướng về phía trước. Ví dụ, một bóng đèn halogen thạch anh với một chao phản xạ cho phân bố cường độ thích hợp có thể được sử dụng như một nguồn sáng chuẩn. Đối với cấu hình  $4\pi$ , các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ theo mọi hướng thường được sử dụng nhưng cũng có thể cần sử dụng các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ chỉ theo hướng phía trước. Lưu ý rằng quang thông của các bóng đèn sợi đốt chuẩn thay đổi khi hướng lắp đặt thay đổi.

Cần ghi nhớ rằng các quả cầu tích phân thường không có độ nhạy đồng đều tuyệt đối trên toàn bộ bề mặt phía trong quả cầu. Độ nhạy của quả cầu ở nửa phía dưới thường thấp hơn so với nửa phía trên do việc lắng đọng tích tụ bụi và ở xung quanh vết nối cũng thấp hơn so với các vùng khác do tồn tại các khe hở nhỏ. Vì vậy, khi sử dụng một quả cầu với cấu hình  $4\pi$  và được hiệu chuẩn với bóng đèn chuẩn phát sáng theo mọi hướng để đo một sản phẩm SSL có phân bố cường độ sáng hướng xuống dưới thì quang thông đo được có xu hướng thấp hơn so với quang thông thực của sản phẩm. Sai lệch này trở nên rõ ràng hơn đối với những nguồn sáng có phân bố cường độ hẹp – dạng chùm tia. Độ lớn của sai lệch này phụ thuộc vào việc quả cầu được thiết kế và bảo trì tốt như thế nào, và sẽ được loại bỏ nếu phân bố cường độ sáng theo góc của bóng đèn chuẩn và sản phẩm SSL thử nghiệm giống nhau. Để đảm bảo sai lệch này là không đáng kể, có thể cần chuẩn bị các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ khác nhau (theo mọi hướng, hướng xuống/rộng, hướng xuống/hẹp) và lựa chọn cho từng loại sản phẩm SSL cần đo. Trong trường hợp chỉ sử dụng các bóng đèn chuẩn phát sáng theo mọi

## TCVN 10886:2015

hướng, cần xác định các hệ số hiệu chỉnh và áp dụng khi đo các sản phẩm SSL có phân bố cường độ khác nhau. Các hệ số hiệu chỉnh này có thể được xác định bằng cách đo các bóng đèn hoặc các sản phẩm SSL có phân bố cường độ khác nhau đã được hiệu chuẩn quang thông tổng sử dụng các phương pháp chính xác khác (ví dụ, hiệu chuẩn được truy xuất từ viện đo lường quốc gia (NMI), hoặc sử dụng quang kế góc có thiết kế tốt).



Hình 2 – Các phương thức lắp đặt sản phẩm SSL thử nghiệm

Nhiệt độ môi trường bên trong quả cầu phải được giám sát theo 2.2. Một đầu đo nhiệt độ thường được đặt ở phía sau tấm chắn ánh sáng từ nguồn sáng chiếu tới cổng đầu thu, nếu tấm chắn sáng được đặt ở cùng độ cao với tâm của quả cầu (trường hợp của Hình 1 (a)). Khi một sản phẩm SSL được đặt ở thành quả cầu (ví dụ trường hợp của Hình 1 (b)), nhiệt độ môi trường sẽ được đo ở hai điểm: đối với bên trong quả cầu, điểm đo nằm ở phía sau tấm chắn sáng (phía phỏ kế bức xạ); đối với bên ngoài quả cầu, điểm đo nằm ở gần sản phẩm (theo 2.2). Cả hai nhiệt độ này cần phải đạt giá trị yêu cầu là  $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ .

Nếu nhiệt độ môi trường trong quả cầu đóng kín vượt giá trị  $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$  do nhiệt sinh ra của sản phẩm SSL, sản phẩm SSL có thể được ổn định nhiệt bằng việc mở một phần quả cầu để đạt được nhiệt độ yêu cầu nằm trong khoảng  $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$  cho đến khi phép đo được thực hiện với quả cầu đóng. Khi thực hiện phép đo, quả cầu cần được đóng một cách nhẹ nhàng để tránh làm chuyển động khối không khí bên trong quả cầu. Lưu ý rằng, nếu độ ổn định quang thông của sản phẩm được giám sát với quang kế cầu khi quả cầu mở, phải tắt ánh sáng trong phòng đo và vị trí của bán cầu mở phải không được xê dịch.

### 9.1.3 Nguyên lý đo

Thiết bị (quả cầu tích phân và phỏ kế bức xạ) phải được hiệu chỉnh dựa trên một nguồn chuẩn tham chiếu đã được hiệu chuẩn tổng thông lượng phỏ bức xạ. Do quả cầu tích phân cũng được sử dụng trong phép hiệu chuẩn này, nên không cần biết phỏ ánh sáng thông qua quả cầu. Tổng thông lượng bức xạ  $\Phi_{\text{TEST}}(\lambda)$  của sản phẩm SSL thử nghiệm được xác định bằng cách so sánh với thông số này của một nguồn chuẩn tham chiếu  $\Phi_{\text{REF}}(\lambda)$ :

$$\Phi_{\text{TEST}}(\lambda) = \Phi_{\text{REF}}(\lambda) \cdot \frac{y_{\text{TEST}}(\lambda)}{y_{\text{REF}}(\lambda)} \cdot \frac{1}{\alpha(\lambda)} \quad (1)$$

trong đó  $y_{\text{TEST}}(\lambda)$  và  $y_{\text{REF}}(\lambda)$  là các số đo của phổ kế bức xạ đối với sản phẩm SSL thử nghiệm và đèn chuẩn tham chiếu tương ứng,  $\alpha(\lambda)$  là hệ số tự hấp thụ (xem 9.1.5).

Từ tổng thông lượng bức xạ phổ  $\Phi_{\text{TEST}}(\lambda)$  [W/nm] đo được, tổng quang thông  $\Phi_{\text{TEST}}(\lambda)$  [lm] được xác định bằng công thức:

$$\Phi_{\text{TEST}} = K_m \int_{\lambda} \Phi_{\text{TEST}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

( $K_m = 683 \text{ lm/W}$ )

#### 9.1.4 Phổ kế bức xạ

Có thể sử dụng hai loại phổ kế bức xạ là loại quét cơ học hoặc dạng ma trận. Phổ kế bức xạ ma trận có ưu điểm là thời gian đo ngắn hơn do bản chất của ma trận đồng thời nhận tín hiệu. Phổ kế bức xạ phải có dải phổ nhỏ nhất là từ 380 nm đến 780 nm. Vùng phổ nhìn thấy được định nghĩa là từ 360 nm đến 830 nm.

Cổng đầu thu trên quả cầu tích phân phải là một tấm vật liệu khuếch tán ánh sáng hoặc một quả cầu vệ tinh (một hệ thống quả cầu tích phân – đầu thu có kích thước rất nhỏ với một lỗ mờ) lắp ghép sát với bề mặt lớp phủ của quả cầu, sao cho đầu vào của phổ kế bức xạ ở cổng đầu thu có độ nhạy xấp xỉ cosin với độ nhạy theo hướng  $f_2$  (CIE Pub. 69) nhỏ hơn 15 %. Cần lưu ý rằng đầu vào sợi quang học (và không kèm các hệ quang học bổ sung), thường được cung cấp cùng với phổ kế bức xạ ma trận, có góc tiếp nhận hẹp và không nên sử dụng khi không có hệ quang học bổ sung để hiệu chỉnh cosin.

Các phổ kế bức xạ được hiệu chỉnh có thể đo các đại lượng trắc quang mà không có sai số do sai lệch phổ; tuy nhiên, vẫn tồn tại các sai số khác liên quan đến phổ kế bức xạ. Lưu ý rằng sai số trong một phổ kế bức xạ dạng ma trận chất lượng thấp có thể lớn hơn so với đầu đo quang kế chất lượng cao. Sai số có thể là đáng kể khi phân bố phổ của sản phẩm SSL khác biệt so với nguồn chuẩn (nguồn sợi đốt wolfram). Các nguyên nhân chính của sai số bao gồm độ rộng dải phổ, khoảng quét, độ chính xác bước sóng, phổ ánh sáng ngoại lai, độ phi tuyến của đầu thu và cấu hình đầu vào. Để đo màu chính xác, đối với phương pháp đo phổ bức xạ yêu cầu độ rộng dải phổ và khoảng quét là 5 nm hoặc nhỏ hơn. Tham khảo các khuyến nghị khác trong [3], [22] để giảm thiểu sai số và đánh giá độ không đảm bảo đo.

#### 9.1.5 Hiệu chỉnh sự tự hấp thụ

Sự tự hấp thụ là một hiệu ứng, trong đó độ nhạy của hệ quả cầu bị thay đổi do việc hấp thụ ánh sáng bởi chính bản thân bóng đèn đặt trong quả cầu. Sai số có thể xảy ra nếu kích thước và hình dạng của nguồn sáng được đo sai khác so với kích thước và hình dạng của nguồn sáng chuẩn. Hiệu chỉnh cho hiệu ứng tự hấp thụ là rất quan trọng, vì kích thước và hình dạng vật lý của các sản phẩm SSL thử

## TCVN 10886:2015

nghiệm thường rất khác so với kích thước và hình dạng nguồn sáng chuẩn. Tự hấp thụ là một hiệu ứng phụ thuộc bước sóng vì hệ số phản xạ của lớp phủ bề mặt trong quả cầu cũng phụ thuộc vào bước sóng. Hệ số tự hấp thụ được xác định bởi công thức,

$$\alpha(\lambda) = \frac{y_{aux, TEST}(\lambda)}{y_{aux, REF}(\lambda)} \quad (3)$$

trong đó,  $y_{aux, TEST}(\lambda)$  và  $y_{aux, REF}(\lambda)$  là số đo của phổ kế bức xạ đối với bóng đèn phụ khi sản phẩm SSL thử nghiệm hoặc nguồn chuẩn tổng bức xạ phổ tương ứng được lắp đặt bên trong hay bên trên quả cầu (cấu hình  $4\pi$  hoặc  $2\pi$ ). Trong trường hợp này, sản phẩm SSL và nguồn sáng chuẩn không sáng. Chỉ có bóng đèn phụ là bật sáng.

### 9.1.6 Hiệu chuẩn

Hệ thiết bị (quả cầu tích phân và phổ kế bức xạ) phải được hiệu chuẩn đối với các chuẩn tổng thông lượng bức xạ phổ được truy xuất từ Viện Đo lường Quốc gia.

## 9.2 Quả cầu tích phân với đầu đo quang (hệ thống quang kế cầu)

Đây là một phương pháp truyền thống của phép trắc quang quả cầu tích phân sử dụng một đầu đo quang làm đầu thu cho quả cầu tích phân. Phương pháp này có thể chấp nhận được nhưng ít được sử dụng trong việc đo quang thông của các sản phẩm SSL vì tiềm ẩn sai số lớn do sai lệch phổ (nếu không có hiệu chỉnh sai lệch phổ) và cũng do cần có các thiết bị riêng rẽ để xác định các thông số màu sắc.

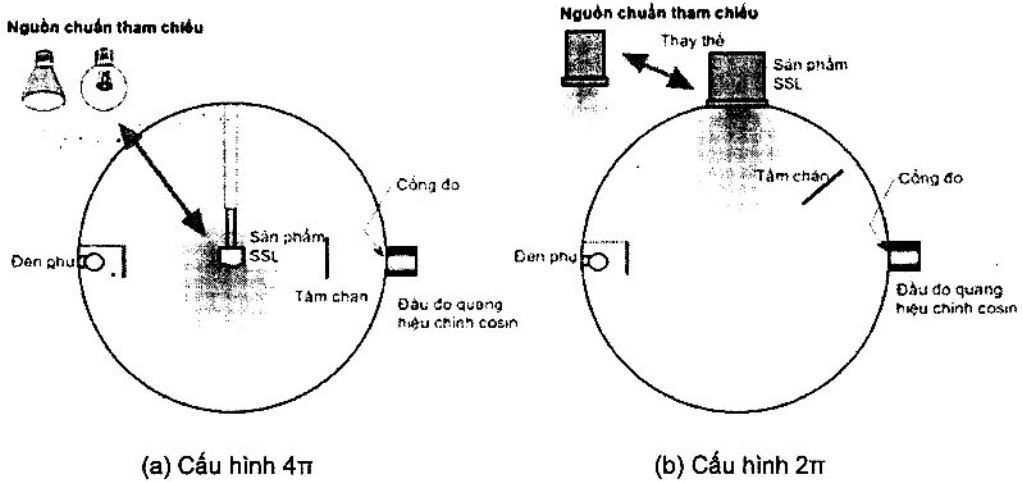
### 9.2.1 Quả cầu tích phân

Các mô tả trình bày trong 9.1.1 cũng được áp dụng cho phương pháp này, ngoại trừ một sự khác biệt về bóng đèn phụ. Đối với hệ thống quang kế cầu, các bóng đèn phụ không nhất thiết phải là các bóng đèn sợi đốt. Đúng hơn, nên ưu tiên sử dụng bóng đèn phụ có phân bố phổ tương tự như phân bố phổ của các sản phẩm SSL thường được đo, nhờ đó có thể xác định chính xác hiệu ứng tự hấp thụ, đặc biệt khi hệ số tự hấp thụ tương đối lớn ( $\alpha < 0.8$ ) hoặc khi sản phẩm SSL thử nghiệm có vỏ ngoài kích thước lớn và sơn màu rực rỡ. Bóng đèn phụ cần được ổn định trong suốt quá trình đo hiệu ứng tự hấp thụ của các sản phẩm SSL. Ví dụ, có thể sử dụng bóng đèn phụ là một nguồn LED ánh sáng trắng.

### 9.2.2 Cấu hình lắp đặt của quả cầu

Các cấu hình lắp đặt của quả cầu được khuyến nghị sử dụng cho phương pháp này được chỉ ra trong Hình 3. Điểm khác biệt so với Hình 1 là một đầu đo quang được sử dụng làm đầu thu. Xem 9.1.2 để biết các khuyến nghị và yêu cầu của các cấu hình  $4\pi$  và  $2\pi$ . Tất cả những mô tả trong 9.1.2 có thể được áp dụng cho phương pháp này ngoại trừ những sự khác biệt trong yêu cầu về bóng đèn chuẩn tham chiếu.

Các bóng đèn chuẩn được cho quang thông tổng, và các yêu cầu tương tự như được nêu trong 9.1.2 về phân bố cường độ sáng khác nhau cần được đáp ứng. Ví dụ, đối với một sản phẩm SSL chùm tia hẹp, cần sử dụng các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ chùm tia hẹp. Nếu chỉ sử dụng các bóng đèn chuẩn có phân bố đều theo mọi hướng, cần thiết lập các hệ số hiệu chỉnh cho các loại phân bố cường độ sáng khác nhau.



**Hình 3 – Cấu hình khuyến nghị cho quả cầu tích phân để đo quang thông tổng sử dụng đầu đo quang (a): cho mọi loại sản phẩm SSL, (b): cho sản phẩm SSL có phát xạ hướng phía trước**

Trong khi các bóng đèn chuẩn truyền thống thường là các bóng đèn sợi đốt, các bóng đèn chuẩn sử dụng trong hệ thống quang kế cầu không nhất thiết phải là loại bóng đèn này. Những sản phẩm SSL có độ ổn định và lặp lại cao (ví dụ, sử dụng những nguồn sáng LED ánh sáng trắng có nhiệt độ kiểm soát được) có thể được sử dụng làm nguồn sáng chuẩn cho quang thông tổng. Để thuận lợi trong việc giảm thiểu sai số do sai lệch phổ, nên sử dụng nguồn sáng chuẩn có phân bố phổ tương tự với phân bố phổ của sản phẩm SSL được đo. Sử dụng các sản phẩm SSL như một nguồn chuẩn có thể còn có lợi thế để đạt được các phân bố cường độ theo góc tương tự với phân bố của các sản phẩm SSL cần đo.

**9.2.3 Nguyên lý đo**

Quang thông tổng của thiết bị thử nghiệm được xác định bằng việc so sánh với quang thông tổng của nguồn sáng chuẩn:

$$\Phi_{TEST} = \Phi_{REF} \cdot \frac{y_{TEST}}{y_{REF}} \cdot \frac{F}{\alpha} \tag{4}$$

trong đó  $\Phi_{REF}$  là quang thông tổng (lumen) của nguồn sáng chuẩn,  $y_{TEST}$  và  $y_{REF}$  là các tín hiệu quang kế nhận được tương ứng với sản phẩm SSL thử nghiệm và nguồn sáng chuẩn,  $F$  là hệ số hiệu chỉnh



## TCVN 10886:2015

sai lệch phổ (xem 9.2.6), và  $\alpha$  là hệ số tự hấp thụ (xem 9.2.5). Nếu hệ số F không được xác định, cần phải coi như  $F = 1$  và phải tính đến độ không đảm bảo đo cuối cùng.

### 9.2.4 Đầu đo quang

Đầu đo quang (xem 1.3.8) cần phải có độ nhạy phổ tương đối trùng với hàm  $V(\lambda)$ , trong khi phổ ánh sáng thông qua của quả cầu cũng ảnh hưởng đến độ nhạy phổ toàn phần. Giá trị  $f_1'$  (được định nghĩa trong CIE Pub. 69) của toàn bộ hệ quả cầu (đầu đo quang và quả cầu tích phân) phải nhỏ hơn 3 %. Để giảm thiểu hơn nữa độ không đảm bảo của các số đo, có thể áp dụng hiệu chỉnh sai lệch phổ. Điều 9.2.6 trình bày quy trình xác định giá trị  $f_1'$  và hệ số hiệu chỉnh sai lệch phổ.

Đầu đo quang cần có độ nhạy xấp xỉ cosine với giá trị  $f_2$  (chỉ số độ nhạy theo hướng) nhỏ hơn 15 %, và bề mặt tấm khuếch tán phải khớp với bề mặt sơn phủ của quả cầu. Nếu sử dụng một quả cầu vệ tinh cho độ nhạy cosine, lỗ mở của quả cầu không được đặt sâu vào trong; các cạnh lỗ mở của quả cầu vệ tinh phải trùng khớp với bề mặt sơn phủ của quả cầu tích phân.

### 9.2.5 Hiệu chỉnh hiệu ứng tự hấp thụ

Cần phải hiệu chỉnh cho hiệu ứng tự hấp thụ trừ trường hợp sản phẩm SSL thử nghiệm và nguồn chuẩn quang thông có cùng kiểu dáng và kích thước (thay thế chính xác). Hệ số tự hấp thụ có thể được xác định bằng công thức

$$\alpha(\lambda) = \frac{y_{aux, TEST}}{y_{aux, REF}} \quad (5)$$

trong đó  $y_{aux, TEST}$  và  $y_{aux, REF}$  là các số đo của quang kế đối với bóng đèn phụ khi sản phẩm SSL thử nghiệm hoặc nguồn chuẩn quang thông tổng tương ứng được lắp đặt bên trong hoặc trên quả cầu (cầu hình  $4\pi$  hoặc  $2\pi$ ). Sản phẩm SSL và nguồn chuẩn không hoạt động; chỉ có bóng đèn phụ bật sáng. Bóng đèn phụ có thể là bóng đèn halogen, bóng đèn sợi đốt hoặc nguồn sáng LED ánh sáng trắng.

### 9.2.6 Quy trình xác định hệ số $f_1'$ và hệ số hiệu chỉnh sai lệch phổ

Độ nhạy phổ của quang kế quả cầu tích phân có thể không hoàn toàn trùng khớp với hàm  $V(\lambda)$ . Sai số (gọi là sai số sai lệch phổ) xảy ra khi sản phẩm SSL thử nghiệm có phân bố công suất phổ khác với phân bố công suất phổ của nguồn chuẩn. Giá trị  $f_1'$  là một chỉ số xác định độ sai lệch về độ nhạy phổ, và giá trị này (đơn vị %) cung cấp chỉ báo thô về độ lớn sai số có thể xảy ra đối với nguồn ánh sáng trắng thông thường, nhưng sai số có thể lớn hơn giá trị  $f_1'$  đối với các sản phẩm SSL chỉ phát xạ một số dải hẹp.

Để xác định giá trị  $f_1'$ , cần xác định độ nhạy phổ tương đối  $s_{rel}(\lambda)$  của toàn bộ hệ quả cầu,  $s_{rel}(\lambda)$  có thể được coi là tích số của độ nhạy phổ tương đối của đầu quang kế  $s_{ph,rel}(\lambda)$  và hệ số phổ ánh sáng thông qua tương đối  $T_{rel}(\lambda)$  của quả cầu:

$$s_{rel}(\lambda) = s_{ph,rel}(\lambda)T_{rel}(\lambda) \quad (6)$$

Giá trị  $s_{\text{ph,rel}}(\lambda)$  cần được đo với cấu hình chiếu sáng bán cầu. Nếu đại lượng này chỉ được đo theo hướng pháp tuyến, cần phải xác định độ không đảm bảo đo. Đại lượng  $T_{\text{rel}}(\lambda)$  được xác định theo lý thuyết bằng công thức

$$T_{\text{rel}}(\lambda) = k \cdot \frac{\rho_a(\lambda)}{1 - \rho_a(\lambda)} \quad (7)$$

trong đó  $\rho_a(\lambda)$  là hệ số phản xạ trung bình của bề mặt phía trong quả cầu ( $\rho = 0$  đối với các khe hở) và  $k$  là hệ số chuẩn hóa. Nếu  $\rho_a(\lambda)$  của quả cầu tích phân được đo một cách chính xác,  $T_{\text{rel}}(\lambda)$  có thể được xác định bằng công thức này. Tuy nhiên, quả cầu tích phân sau một thời gian sử dụng thường bị nhiễm bẩn ít nhiều và dữ liệu của các mẫu sơn phủ có xu hướng khác biệt với hệ số phản xạ thực tế của bề mặt quả cầu. Vì vậy, khuyến cáo nên xác định đại lượng  $T_{\text{rel}}(\lambda)$  bằng cách đo trực tiếp trên quả cầu tích phân sử dụng các quy trình được mô tả trong Phụ lục B [7].

Sau khi đã xác định được giá trị của  $s_{\text{rel}}(\lambda)$ , hệ số  $f_1'$  được tính toán bằng công thức:

$$f_1' = \frac{\int_{\lambda} |s_{\text{rel}}^*(\lambda) - V(\lambda)| d\lambda}{\int_{\lambda} V(\lambda) d\lambda} \times 100 \quad \text{với} \quad (8)$$

$$s_{\text{rel}}^*(\lambda) = \frac{\int_{\lambda} S_A(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} S_A(\lambda) s_{\text{rel}}(\lambda) d\lambda} \cdot s_{\text{rel}}(\lambda)$$

trong đó  $S_A(\lambda)$  là phân bố phổ của nguồn sáng chuẩn A của CIE và  $V(\lambda)$  là hàm hiệu suất sáng phổ.

Khi đã biết giá trị của đại lượng  $s_{\text{rel}}(\lambda)$  và phân bố phổ năng lượng tương đối  $S_{\text{TEST}}(\lambda)$  của sản phẩm SSL thử nghiệm, hệ số hiệu chỉnh sai lệch phổ  $F$  có thể được xác định bằng công thức:

$$F = \frac{\int_{\lambda} S_{\text{REF}}(\lambda) s_{\text{rel}}(\lambda) d\lambda \int_{\lambda} S_{\text{TEST}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} S_{\text{REF}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda \int_{\lambda} S_{\text{TEST}}(\lambda) s_{\text{rel}}(\lambda) d\lambda} \quad (9)$$

trong đó,  $S_{\text{REF}}(\lambda)$  là phân bố phổ của nguồn sáng chuẩn. Sai số do độ sai lệch phổ có thể được hiệu chỉnh bằng cách nhân hệ số  $F$  với giá trị quang thông đo được của sản phẩm SSL. Độ chính xác của  $S_{\text{TEST}}(\lambda)$  thường không quá quan trọng, và vì vậy, phân bố phổ danh định của một sản phẩm có thể được sử dụng.

Để biết chi tiết hơn về hệ số  $f_1'$  và hiệu chỉnh sai lệch phổ, có thể tham khảo [10] và [7].

### 9.2.7 Hiệu chuẩn

Quang kế quả cầu tích phân phải được hiệu chuẩn theo các chuẩn quang thông tổng truy xuất từ Viện đo lường quốc gia.

### 9.3 Quang kế góc

Quang kế góc thường được sử dụng để đo phân bố cường độ sáng, từ đó xác định được quang thông tổng.

#### 9.3.1 Các loại góc kế

Các quang kế góc phải là loại duy trì vị trí nguồn phát sáng không thay đổi đối với trọng trường; vì vậy, chỉ cho phép sử dụng quang kế góc loại [9]. Quang kế góc loại C bao gồm các góc kế đầu thu chuyển động và các quang kế góc gương quay. Cần phải lưu ý ngăn ánh sáng phản xạ từ các kết cấu cơ khí của quang kế góc hoặc từ bất kỳ bề mặt nào khác bao gồm cả phản xạ thứ cấp từ các bề mặt của bản thân sản phẩm SSL đi tới đầu đo quang. Tốc độ quay của thiết bị định vị phải đủ để giảm thiểu sự gây nhiễu trạng thái cân bằng nhiệt của sản phẩm SSL.

#### 9.3.2 Nguyên lý đo quang thông tổng

Bằng cách đo phân bố cường độ sáng  $I(\theta, \phi)$  của nguồn sáng, quang thông tổng có thể xác định bằng công thức

$$\Phi = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} I(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi \quad (10)$$

Nếu đầu quang kế được hiệu chỉnh để đo độ rọi  $E(\theta, \phi)$ ,

$$\Phi = r^2 \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} E(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi \quad (11)$$

trong đó,  $r$  là bán kính quay của mặt phẳng tham chiếu của đầu quang kế. Phép đo phân bố cường độ sáng đòi hỏi một khoảng cách trắc quang  $r$  đủ lớn (xem 9.3.1).

Yêu cầu về khoảng cách trở nên không quan trọng nếu chỉ đo quang thông tổng. Như được biểu thị bằng công thức (11), chừng nào đại lượng độ rọi được đo chính xác, quang thông tổng có thể được đo chính xác ngay cả với một khoảng cách trắc quang tương đối ngắn, vì vậy đòi hỏi ít không gian cho quang kế góc khi đo một nguồn sáng có kích thước cho trước. Trong trường hợp này, đầu đo phải có độ nhạy theo góc được hiệu chỉnh cosine trong trường bao quát đối với sản phẩm SSL được đo. Theo công thức (11), vị trí tương đối của nguồn sáng so với tâm quay về mặt lý thuyết là không quan trọng, và do đó, việc bố trí nguồn sáng trở nên không quan trọng trong phép đo quang thông tổng.

#### 9.3.3 Độ phân giải quét

Cần sử dụng độ phân giải quét đủ tinh để xác định chính xác mẫu thử nghiệm. Đối với những phân bố cường độ sáng điển hình dạng góc rộng và bằng phẳng, lưới quét với  $22,5^\circ$  theo chiều ngang (phương ngang) và  $5^\circ$  theo chiều dọc (phương đứng) có thể chấp nhận được. Độ phân giải góc nhỏ hơn (bước quét nhỏ hơn) phải được sử dụng khi cường độ sáng của sản phẩm SSL thay đổi nhanh hoặc đột ngột, như của các nguồn sáng tạo chùm tia. Hướng dẫn chi tiết hơn về việc lựa chọn độ phân giải quét thích

hợp, dựa trên kinh nghiệm qua nhiều năm đánh giá các loại đèn và bóng đèn khác, được giới thiệu trong [9], [11] đến [17].

#### 9.3.4 Phạm vi góc quét

Phạm vi quét góc phải bao trùm toàn bộ góc khối trong giới hạn phát sáng của sản phẩm SSL. Một nhược điểm của phép đo quang thông tổng bằng quang kế góc là nói chung thường có một vùng góc ở đó ánh sáng phát ra từ nguồn sáng bị chặn bởi cơ cấu của thiết bị (ví dụ, cơ cấu đỡ sản phẩm SSL) do vậy không thể đo ở hướng này (góc đó được gọi là góc chết). Điều này không là vấn đề đối với các sản phẩm SSL phát sáng theo hướng phía trước, tương tự như nhiều đèn điện hiện tại khác. Tuy nhiên, đó có thể là vấn đề đối với sản phẩm SSL phát sáng theo mọi hướng (ví dụ, các bóng đèn LED tích hợp tương tự như bóng đèn huỳnh quang compact). Các quang kế góc có góc chết lớn là không thích hợp để đo quang thông tổng của các sản phẩm SSL như vậy. Nếu góc chết nhỏ ( $\pm 10^\circ$  hoặc nhỏ hơn), có thể ngoại suy các điểm còn thiếu dữ liệu với độ không đảm bảo đo tăng thêm.

#### 9.3.5 Độ phân cực

Cần lưu ý rằng các quang kế góc loại gương có hệ đầu đo nhạy với độ phân cực do đặc tính phân cực của chính các gương. Độ nhạy với ánh sáng phân cực có thể gây ra sai số đáng kể khi đo quang thông tổng của sản phẩm SSL phát ánh sáng phân cực. Để đo các sản phẩm SSL loại này, khuyến nghị dùng các quang kế góc không dùng gương. Một vài quang kế góc loại gương có tùy chọn lắp đặt một đầu đo quang trực tiếp trên cánh tay quay cho mục đích này.

#### 9.3.6 Đầu đo quang

Đầu đo quang của quang kế góc cần có độ nhạy phổ tương đối trùng với hàm  $V(\lambda)$ . Giá trị  $f_1'$  của độ nhạy phổ cần nhỏ hơn 3 %. Hơn thế, nên áp dụng hiệu chỉnh sai lệch phổ cho các giá trị đo của quang kế. Để xác định giá trị của  $f_1'$  và hệ số hiệu chỉnh sai lệch phổ, xem các công thức (8) và (9) trong 9.2.6, với  $s_{rel}(\lambda)$  là độ nhạy phổ tương đối của đầu đo quang, đo theo hướng pháp tuyến.

Với phép đo quang thông tổng trình bày trong 9.3.2, đầu đo quang cần có độ nhạy cosine tốt trong phạm vi góc ánh sáng tới, với giá trị  $f_2(\epsilon, \phi)$  (sai lệch tương đối so với hàm cosine) nhỏ hơn 2 %. Trường bao quát của đầu đo quang cần được giới hạn (có thể sử dụng các tấm chắn bao cạnh) để ngăn ánh sáng ngoại lai phản xạ từ các góc khác với hướng từ nguồn sáng cần đo. Để giảm thiểu sai số do ánh sáng ngoại lai trong trường bao quát của quang kế, nên sử dụng một bẫy ánh sáng ở phía sau của cơ cấu tay giữ đầu đo hoặc/và sử dụng các vật liệu có độ phản xạ thấp (như nhung đen) cho bề mặt tường và sàn.

#### 9.3.7 Hiệu chuẩn

Các quang kế góc để đo phân bố cường độ sáng cần được hiệu chuẩn theo các chuẩn độ rọi hoặc cường độ sáng truy xuất từ các chuẩn quốc gia. Ngoài ra, các quang kế góc để đo quang thông tổng cần được xác nhận bằng việc đo các bóng đèn chuẩn quang thông tổng truy xuất từ các chuẩn quốc

## TCVN 10886:2015

gia. Những phép đo xác nhận này cần sử dụng các bóng đèn chuẩn có phân bố cường độ sáng theo góc (có hướng/theo mọi hướng) tương tự như các loại sản phẩm SSL cần đo với quang kế góc.

### 10 Phân bố cường độ sáng

Các khuyến nghị được đề cập trong 9.3 liên quan đến các quang kế góc sử dụng để đo phân bố cường độ sáng cũng như để đo quang thông tổng. Để đo phân bố cường độ sáng, cần có một khoảng cách trục quang đủ lớn, thông thường là lớn hơn 5 lần kích thước lớn nhất của sản phẩm SSL thử nghiệm có phân bố góc rộng. Có thể cần một khoảng cách lớn hơn khi đo các nguồn sáng dạng chùm tia hẹp (xem [13]).

Hệ tọa độ và cấu hình lắp đặt sản phẩm SSL cần tuân theo quy tắc thông thường dùng để đánh giá đèn điện truyền thống trong các ứng dụng cụ thể [9], [11] đến [17]. Phải báo cáo phân bố cường độ sáng tuyệt đối (tham khảo phương pháp trắc quang tuyệt đối trong thử nghiệm đèn điện truyền thống, [16]) của sản phẩm SSL được đo. Lưu ý rằng cách biểu diễn dữ liệu cường độ sáng chuẩn hóa sử dụng phương pháp trắc quang tương đối, thường dùng trong việc thử nghiệm đèn điện truyền thống, không thể sử dụng cho các sản phẩm SSL. Trong trường hợp cần tính quang thông vùng, hướng dẫn được trình bày trong Phụ lục A của [16].

Dữ liệu điện tử của phân bố cường độ sáng đo được, nếu cần thiết, phải được chuẩn bị dưới định dạng tập tin IES cho trắc quang tuyệt đối được quy định trong tiêu chuẩn IES LM-6318. Tập tin IES là một dạng dữ liệu điện tử có thể được các nhà thiết kế sử dụng để ước tính tin cậy mức độ rọi trong các thiết kế chiếu sáng ứng dụng. Tuy nhiên, khi sử dụng dữ liệu này, cần phải hiểu rằng tập tin trắc quang cho biết tính năng của một đèn điện đơn lẻ và không nhất thiết đại diện cho tính năng trung bình của một nhóm các đèn điện SSL giống nhau.

### 11 Hiệu suất sáng

Hiệu suất sáng (lm/W) của sản phẩm SSL,  $\eta_v$ , được định nghĩa là tỷ số của quang thông tổng đo được  $\Phi_{TEST}$ (lumen) và công suất điện đầu vào đo được  $P_{TEST}$  (oát) của sản phẩm SSL thử nghiệm:

$$\eta_v = \frac{\Phi_{TEST}}{P_{TEST}} [\text{lm/W}] \quad (12)$$

Lưu ý rằng hiệu suất sáng mô tả trên là hiệu suất sáng của một nguồn sáng định nghĩa trong [19]. Không nên nhầm lẫn khái niệm này với khái niệm hiệu suất sáng của bức xạ, đại lượng được tính bằng tỷ số giữa quang thông (lumen) và thông lượng bức xạ (watt) của nguồn sáng.

### 12 Phương pháp thử nghiệm các đặc trưng màu sắc của sản phẩm SSL

Các đặc trưng màu sắc của sản phẩm SSL bao gồm tọa độ màu, nhiệt độ màu tương quan và hệ số hoàn màu. Những đặc trưng này của sản phẩm SSL có thể không đồng nhất trong không gian, và vì vậy để xác định chính xác, các đại lượng màu sắc phải được đo theo giá trị trung bình trong không

gian, được lấy trọng số theo cường độ sáng, trên toàn bộ phạm vi góc phát sáng chủ đích của sản phẩm SSL.

### 12.1 Phương pháp sử dụng hệ thống phổ kế bức xạ cầu

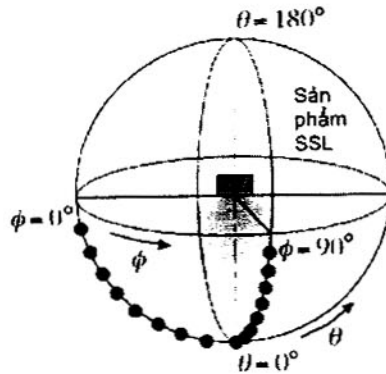
Phương pháp được khuyến nghị trước tiên để xác định các đặc trưng màu sắc là đo tổng thông lượng phổ bức xạ bằng hệ thống phổ kế bức xạ cầu được mô tả trong 9.1. Tổng thông lượng phổ bức xạ đo được là một đại lượng tích phân trong không gian, vì vậy các thông số đặc trưng màu sắc được tính toán từ đại lượng này đã được lấy trung bình trong không gian rồi. Thực hiện theo các khuyến nghị nêu trong 9.1 để thực hiện phép đo với phương pháp này.

Những khuyến nghị chung cho việc sử dụng phổ kế bức xạ đối với các phép đo màu sắc được đề cập trong [20] và [21]. Các phân tích lỗi khác nhau và phương pháp hiệu chỉnh trong phép đo màu quang phổ được trình bày trong [22].

### 12.2 Phương pháp sử dụng phổ kế bức xạ hoặc sắc kế quét không gian

Phương pháp này có thể được sử dụng khi không có hệ phổ kế bức xạ cầu hoặc khi mẫu thử nghiệm có kích thước quá lớn để có thể đo trong hệ phổ kế bức xạ quả cầu. Phương pháp này sử dụng một phổ kế bức xạ và/hoặc một sắc kế để đo sắc độ ở các hướng khác nhau của sản phẩm SSL thử nghiệm. Phương pháp này có thể thực hiện hiệu quả nhất bằng việc lắp đặt thiết bị đo màu trên một góc kế (được gọi là *phổ kế bức xạ góc*, hoặc *sắc kế góc*). Phân bố cường độ sáng và tọa độ màu có thể được đo đồng thời, với số đo ghi nhận ở các khoảng góc thích hợp (xem 9.3.3) trên toàn bộ phạm vi góc phát sáng chủ đích từ sản phẩm. Sau đó sắc độ trung bình theo không gian từ tất cả các điểm đo được tính theo công thức (13) dưới đây, hoặc dựa trên các ba giá trị màu cơ bản được tích phân không gian.

Trong trường hợp không có hệ phổ kế bức xạ góc hoặc sắc kế góc, cũng có thể thực hiện phép đo bằng việc đặt thiết bị theo các hướng xác định ở một khoảng cách không đổi, do độ chính xác góc đo không quá quan trọng đối với phép đo này. Tọa độ màu và cường độ sáng (hoặc độ rọi) cần được đo ở các khoảng góc  $10^\circ$  hoặc nhỏ hơn đối với góc theo phương thẳng đứng  $\theta$  trên toàn bộ phạm vi góc phát sáng có chủ đích từ nguồn sáng, và ít nhất ở hai góc theo phương nằm ngang  $\phi = 0^\circ$  và  $90^\circ$  (xem Hình 4). Phép đo màu sắc cần được thực hiện chỉ đối với các góc  $\theta$  có cường độ sáng trung bình lớn hơn 10 % của cường độ đỉnh. Tọa độ màu  $(x, y)$  hoặc  $(u', v')$  phải xác định bằng trung bình theo trọng số của tất cả các điểm đo, được lấy trọng số theo độ rọi và hệ số góc khối tại mỗi điểm như dưới đây.



**Hình 4 – Sơ đồ bố trí của phép đo màu sắc sử dụng một góc kế (hình vẽ thể hiện trường hợp một sản phẩm SSL chỉ phát sáng theo phương chiếu xuống)**

Tọa độ màu và cường độ sáng với góc  $\phi = 0^\circ$  và  $\phi = 90^\circ$  (hoặc các góc  $\phi$  khác) trước tiên được tính trung bình tại mỗi góc  $\theta$  và được biểu diễn bằng  $x(\theta)$ ,  $y(\theta)$  và  $I(\theta)$  trong đó  $\theta = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, \dots, 180^\circ$ . Sau đó tọa độ màu trung bình  $x_a$  được tính như một giá trị trung bình theo trọng số:

$$x_a = \sum_{i=1}^{19} x(\theta_i) \cdot w_i(\theta_i) \quad (13)$$

với

$$w_i(\theta_i) = \frac{I(\theta_i) \cdot \Omega(\theta_i)}{\sum_{i=1}^{19} I(\theta_i) \cdot \Omega(\theta_i)}$$

và

$$\Omega(\theta_i) = \begin{cases} 2\pi \left[ \cos(\theta_i) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right]; \text{ cho } \theta_i = 0^\circ \\ 2\pi \left[ \cos\left(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}\right) - \cos\left(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2}\right) \right]; \text{ cho } \theta_i = 10^\circ, 20^\circ, \dots, 170^\circ \\ 2\pi \left[ \cos\left(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}\right) - \cos(\theta_i) \right]; \text{ cho } \theta_i = 180^\circ \end{cases}$$

Tọa độ màu trung bình  $y_a$  và các đại lượng màu trung bình khác được tính toán bằng cách tương tự. Công thức này là một công thức xấp xỉ nhưng là đủ chính xác cho các ứng dụng thực tế. Một cách chặt chẽ, các đại lượng màu sắc tích phân theo không gian được tính toán từ tổng thông lượng theo hình học của các ba giá trị màu cơ bản, X, Y, Z.

Nếu sử dụng một sắc kế kích thích ba màu, thiết bị cần được hiệu chuẩn đối với sản phẩm SSL thử nghiệm bằng cách so sánh với một phổ kế bức xạ, hoặc chỉ nên đo độ sai lệch màu sắc từ một điểm tham chiếu (ví dụ hướng vuông góc), và màu sắc của điểm tham chiếu phải được đo bằng phổ kế bức xạ sao cho màu sắc tuyệt đối tại tất cả các điểm nhận được dựa trên số đo của phổ kế bức xạ. Đại lượng trắc quang đầu ra (độ rọi) cũng cần được ghi nhận để tính trung bình theo trọng số như mô tả ở trên. Với phép đo độ đồng đều màu sắc này, khoảng cách đo cần phải lớn hơn 5 lần kích thước lớn nhất của vùng phát sáng của sản phẩm thử nghiệm.

Nếu độ không đồng đều màu trong không gian của sản phẩm đã cho có giá trị nhỏ không đáng kể ( $\Delta u'v' \leq 0,001$ , xem 12.5), sắc độ trung bình của sản phẩm cùng một mẫu mã có thể được đo ở một hướng gần với đỉnh của phân bố cường độ sáng.

Phổ kế bức xạ sử dụng trong phép đo này (mô tả trong 12.2) phải được hiệu chuẩn theo các chuẩn phổ chiếu xạ hoặc phổ bức xạ truy xuất từ Viện đo lường quốc gia.

### 12.3 Các thông số của phổ kế bức xạ ảnh hưởng tới đặc trưng màu được đo

Phổ kế bức xạ phải có dải phổ tối thiểu từ 380 nm đến 780 nm. Phổ kế bức xạ sử dụng trong một trong hai phương pháp (12.1 hoặc 12.2) cần phải được lựa chọn và cài đặt sao cho phân bố phổ tương đối được đo chính xác ngay cả đối với các sản phẩm SSL có phân bố phổ dải hẹp. Bảng thông và khoảng quét, nói chung, là những thông số quan trọng trong phép đo phân bố phổ của nguồn sáng. Bảng thông và khoảng quét bước sóng phải nhỏ hơn hoặc bằng 5 nm (trừ trường hợp có áp dụng các phương pháp hiệu chỉnh thích hợp) và phải phù hợp với nhau trừ trường hợp khoảng bước sóng rất nhỏ (ví dụ 1 nm hoặc nhỏ hơn). Chi tiết hơn được trình bày trong các [3], [20] và [21]. Phân tích sai số và các phương pháp hiệu chỉnh (bảng thông, ánh sáng tạp tán,...) trong phép đo phổ màu sắc của các nguồn sáng khác nhau kể cả LED được cung cấp trong [22].

### 12.4 Tính toán đại lượng đo màu

Các tọa độ màu ( $x, y$ ) và/hoặc ( $u', v'$ ) và nhiệt độ màu tương quan (CCT, đơn vị: Kelvin) được tính từ phân bố phổ tương đối của sản phẩm SSL theo định nghĩa của CIE ([3]). CCT được định nghĩa là nhiệt độ của một vật bức xạ Planck có màu sắc gần nhất với màu sắc của nguồn sáng trên biểu đồ màu ( $u', 2/3 v'$ ) (được biết là biểu đồ CIE 1960 ( $u, v$ ), hiện nay không còn được sử dụng). Chỉ số thể hiện màu (CRI) được tính theo công thức giới thiệu trong [23].

### 12.5 Độ không đồng đều không gian của màu sắc

Các sản phẩm SSL có thể có sự thay đổi màu sắc theo góc phát xạ. Độ không đồng đều không gian của màu sắc được xác định sử dụng các điều kiện đo mô tả trong 12.2. Phân bố không gian của tọa độ màu của sản phẩm SSL được đo tại hai mặt phẳng thẳng đứng ( $\phi = 0^\circ$ ,  $\phi = 90^\circ$ ), và tọa độ màu trung bình theo không gian được tính từ những điểm này theo công thức (13). Độ không đồng đều không gian của màu,  $\Delta u'v'$ , được xác định là sai lệch cực đại (khoảng cách trong biểu đồ màu CIE ( $u', v'$ )) giữa các điểm đo và tọa độ màu trung bình theo không gian. Đối với đánh giá này, chỉ có độ chính xác



## TCVN 10886:2015

của sai lệch màu là quan trọng, và do vậy, tất cả các phép đo có thể được thực hiện với một sắc kế ba màu kích thích nếu không có phổ kế bức xạ.

### 13 Công bố độ không đảm bảo đo

Nếu có yêu cầu công bố về độ không đảm bảo đo, thực hiện theo các khuyến nghị nêu trong [5] và [6]. Với tất cả các phép đo trắc quang, sử dụng độ không đảm bảo đo mở rộng với khoảng tin cậy 95 %, vì vậy, trong hầu hết các trường hợp, sử dụng hệ số phủ  $k = 2$ .

### 14 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải liệt kê tất cả các dữ liệu quan trọng cho mỗi sản phẩm SSL được kiểm nghiệm cùng với các dữ liệu đặc tính. Báo cáo cũng cần liệt kê tất cả những dữ liệu thích hợp liên quan đến điều kiện thử nghiệm, loại thiết bị, sản phẩm SSL và các nguồn chuẩn. Các mục báo cáo điển hình bao gồm:

- a) Ngày và cơ quan thử nghiệm
- b) Tên nhà sản xuất và ký hiệu của sản phẩm SSL được đánh giá
- c) Các đại lượng được đo (quang thông toàn phần, hiệu suất sáng,...)
- d) Các giá trị điện danh định (nêu rõ là AC (tần số) hoặc DC) và nhiệt độ màu tương quan danh nghĩa của sản phẩm SSL thử nghiệm.
- e) Số giờ hoạt động của sản phẩm trước khi thử nghiệm (0 giờ tương ứng với sản phẩm mới)
- f) Tổng thời gian hoạt động của sản phẩm trong quá trình đo bao gồm cả thời gian ổn định
- g) Nhiệt độ môi trường
- h) Hướng (hướng lắp đặt) của sản phẩm SSL trong quá trình thử nghiệm
- i) Thời gian ổn định
- j) Phương pháp trắc quang hoặc thiết bị sử dụng (quang kế quả cầu, phổ kế bức xạ quả cầu, hoặc quang góc kế)
- k) Chỉ định và loại nguồn chuẩn được sử dụng (công suất, loại bóng đèn, loại phân bố cường độ có hướng hoặc theo mọi hướng) và truy xuất nguồn gốc của chúng.
- l) Các hệ số hiệu chỉnh được sử dụng (ví dụ sai lệch phổ, tự hấp thụ, phân bố cường độ,...)
- m) Điều kiện đo trắc quang (đối với quả cầu: đường kính, hệ số phản xạ của lớp phủ, cấu hình  $4\pi$  hay  $2\pi$ . Đối với quang kế góc: khoảng cách trắc quang)
- n) Quang thông toàn phần đo được (lm) và điện thế đầu vào (V), dòng điện (A), công suất (W) của mỗi sản phẩm SSL
- o) Phân bố cường độ sáng (nếu có áp dụng)

- p) Đại lượng màu sắc (tọa độ màu, nhiệt độ màu tương quan và/hoặc chỉ số thể hiện màu cho sản phẩm ánh sáng trắng)
- q) Phân bố công suất phổ (nếu áp dụng)
- r) Độ rộng dải đo của phổ kế bức xạ, nếu phân bố phổ và/hoặc các đại lượng màu sắc được báo cáo
- s) Thiết bị sử dụng
- t) Công bố về độ không đảm bảo đo (nếu được yêu cầu)
- u) Sai lệch so với các quy trình hoạt động chuẩn, nếu có

## Phụ lục A

(tham khảo)

### Giải thích nội dung tiêu chuẩn

Phụ lục này cung cấp thông tin cơ bản liên quan đến việc biên soạn tiêu chuẩn này. Phụ lục này giải thích phép đo sản phẩm chiếu sáng rắn (SSL) khác với phép đo các bóng đèn và đèn điện truyền thống như thế nào, tại sao lại cần có tiêu chuẩn này và tại sao không đề cập tới việc lấy mẫu.

#### Tại sao chiếu sáng rắn lại khác biệt

Trong các phép đo trắc quang với các bóng đèn và đèn điện truyền thống, điều kiện hoạt động khác biệt tùy thuộc vào loại bóng đèn. Điều kiện hoạt động này bao gồm balát chuẩn, đo điện, thời gian ổn định, lắp bóng đèn và nhiều vấn đề khác. Do vậy các tiêu chuẩn khác nhau đã được biên soạn cho các loại đèn khác nhau và ngay cả đối với đèn điện sử dụng nhiều loại bóng đèn. Các tiêu chuẩn về phép đo sản phẩm SSL cần thiết vì nguồn LED có các yêu cầu đối với hoạt động và điều kiện nhiệt độ khác với nguồn sáng truyền thống.

Sản phẩm SSL có thể ở dạng bóng đèn như bóng đèn LED tích hợp, hoặc đèn điện LED đa dạng với quy mô từ các bóng đèn nhỏ bé tới kích thước của đèn điện huỳnh quang cỡ lớn. Tùy thuộc vào kích thước và đại lượng cần biết, các sản phẩm này có thể được đo bởi quả cầu tích phân hoặc quang kế góc. Các sản phẩm SSL như vậy được đo bởi các kỹ sư trắc quang bóng đèn cũng như kỹ sư trắc quang đèn điện có nền tảng lý thuyết và thực hành khác nhau. Tiêu chuẩn này đưa ra một cơ sở chung và các phương pháp đo đồng nhất cho cả hai nhóm kỹ sư.

Theo truyền thống, các phép đo trắc quang được thực hiện riêng rẽ đối với bóng đèn và đèn điện, sử dụng các phương pháp khác nhau. Bóng đèn thường được đo với quả cầu tích phân, và quang thông tổng và màu sắc là các đại lượng chính được quan tâm. Đèn điện thường được đo với các quang kế góc, và phân bố cường độ sáng và hiệu suất của đèn điện là những đại lượng chính được quan tâm. Các tiêu chuẩn được biên soạn riêng biệt cho phép đo bóng đèn (như tiêu chuẩn LM-9 cho bóng đèn huỳnh quang ống thẳng, tiêu chuẩn LM-45 cho bóng đèn sợi đốt, và tiêu chuẩn LM-66 cho bóng đèn huỳnh quang compact). Tuy nhiên, đối với phần lớn sản phẩm SSL hiện tại, bóng đèn LED không thể tách riêng khỏi đèn điện, và bản chất của sản phẩm SSL giống nhau với cả nguồn sáng và đèn điện. Như vậy không một tiêu chuẩn hiện tại nào cho bóng đèn hoặc đèn điện có thể áp dụng trực tiếp cho các sản phẩm SSL.

#### Trắc quang tương đối và trắc quang tuyệt đối

Phương pháp trắc quang đèn điện truyền thống không thể áp dụng cho sản phẩm SSL bởi vì theo truyền thống, đèn điện thường được đo với quang kế góc sử dụng quy trình được gọi là trắc quang tương đối. Ở phương pháp này đèn điện thử nghiệm và (các) bóng đèn trần sử dụng trong đèn điện được đo riêng rẽ. Sau đó dữ liệu phân bố cường độ sáng của đèn điện đo bởi quang kế góc được chuẩn hóa theo quang thông tổng của các bóng đèn sử dụng trong đèn điện thử nghiệm. Vì thế, phân

bổ cường độ sáng thường được biểu diễn theo thang tương đối (ví dụ candela trên 1 000 lumen). Các phương pháp thử nghiệm này không thể sử dụng đối với sản phẩm SSL bởi vì ở hầu hết các sản phẩm SSL, nguồn bóng đèn LED không được thiết kế tách rời khỏi đèn điện. Thậm chí nếu nguồn LED có thể tách rời và đo riêng rẽ, thì phương pháp trắc quang tương đối cũng không chính xác bởi quang thông của nguồn LED sẽ thay đổi đáng kể nếu đặt ngoài đèn điện do chế độ nhiệt khác nhau. Vì thế các tiêu chuẩn hiện tại về đo đèn điện không thể sử dụng cho sản phẩm SSL.

Một số tiêu chuẩn IES (ví dụ LM-35-02) mô tả phương pháp trắc quang tuyệt đối, trong đó phân bố cường độ sáng tuyệt đối của một đèn điện được đo không đo bóng đèn riêng rẽ. Sản phẩm SSL phải được đo theo phương pháp tuyệt đối như vậy. Tuy nhiên trắc quang tuyệt đối ít được sử dụng đối với đèn điện truyền thống và không được mô tả đủ chi tiết trong các tiêu chuẩn này. Điều 9.3 của tiêu chuẩn này mô tả chi tiết các yêu cầu đối với trắc quang tuyệt đối để đo quang thông tổng của sản phẩm SSL.

### **Lấy mẫu**

Với phép trắc quang tương đối thường sử dụng đối với đèn điện, các kết quả không phụ thuộc những biến thiên riêng biệt của quang thông bóng đèn do việc chuẩn hóa sử dụng quang thông tổng đo được của bóng đèn. Kết quả là sự biến thiên riêng biệt của quang thông bóng đèn do bóng đèn thay đổi hay sự thay đổi hệ số balát của bộ điều khiển đèn được loại bỏ.

Sự không thống nhất trong phép đo quang thông là kết quả của sự đa dạng về hình dạng và kích thước của đèn điện thường đáng kể khi sự không thống nhất do biến thiên quang thông của bóng đèn được bỏ qua. Cần nhớ rằng sự biến thiên quang thông bóng đèn phụ thuộc vào cả bóng đèn và balát/bộ điều khiển đèn. Kết quả là trước đây chỉ đo một mẫu là đủ để đánh giá sản phẩm đèn điện. Mặt khác các kết quả đo sản phẩm SSL bị ảnh hưởng trực tiếp bởi đầu ra của nguồn và luôn chịu ảnh hưởng sự biến thiên riêng biệt của nguồn LED có xu hướng lớn hơn đáng kể thậm chí so với các đèn huỳnh quang. Do vậy đo một mẫu không đủ đối với sản phẩm SSL và lấy mẫu thích hợp và tính kết quả trung bình là yêu cầu đối với sản phẩm SSL. Các yêu cầu chấp nhận được đối với sự biến thiên của sản phẩm riêng biệt có thể khác đối với những ứng dụng khác nhau. Tiêu chuẩn này mô tả phương pháp thử nghiệm đối với sản phẩm SSL riêng rẽ và không đề cập phương pháp lấy mẫu như vậy để đánh giá các sản phẩm phải đáp ứng các yêu cầu của quy chuẩn, của khách hàng hoặc của hãng.

### **Các bước tiếp theo**

Tiêu chuẩn này sẽ tiếp tục được nâng cấp do công nghiệp SSL luôn phát triển. Cụ thể là phép đo các đặc tính của đèn điện sử dụng phép trắc quang góc sẽ cần được chi tiết hơn nữa. Các yêu cầu của đèn điện sẽ khác nhau đối với những ứng dụng khác nhau, và sẽ cần sự nỗ lực rất nhiều để đáp ứng trong lĩnh vực này. Ủy ban quy trình thử nghiệm của IES tiếp tục làm việc để nâng cấp tiêu chuẩn này cũng như biên soạn các tiêu chuẩn và phương pháp bổ sung cần thiết cho phép đo sản phẩm SSL.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] IESNA Ủy ban nguồn sáng, IESNA *Bản ghi nhớ kỹ thuật về Các nguồn và Hệ thống Điốt phát sáng (LED)*, TM-16-25.
- [2] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Trắc quang – Hệ thống trắc quang vật lý CIE*, CIE S010/E:2004 / ISO 23539-2005(E)
- [3] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Phép đo màu sắc*, Xuất bản lần 3, CIE 15:2004
- [4] ANSI, *Quy định về màu sắc của các sản phẩm chiếu sáng rắn*, ANSI-NEMA-ASNLG C78-09.377-2008.
- [5] ISO, *Hướng dẫn biểu diễn độ không bảo đảm trong phép đo*, xuất bản lần 1, 1963.
- [6] ANSI, *Hướng dẫn biểu diễn độ không bảo đảm trong phép đo của Mỹ*, ANSI/NCSL Z540-2-1997.
- [7] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, IESNA, *Phương pháp được phê duyệt để đo quang thông tổng của bóng đèn sử dụng quang kế quả cầu tích phân*, LM-78-2007.
- [8] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Phép đo quang thông*, CIE 84:1989.
- [9] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Các loại quang kế góc và Tọa độ trắc quang*, LM-75-01.
- [10] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Phương pháp đặc trưng máy đo độ rọi và máy đo độ chói*, CIE 69:1987.
- [11] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, IESNA, *Phương pháp được phê duyệt để thử nghiệm trắc quang của đèn điện huỳnh quang sử dụng trong nhà*, LM-41-98.
- [12] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Thử nghiệm trắc quang đèn điện huỳnh quang sử dụng ngoài nhà*, LM-10-96.
- [13] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Thử nghiệm trắc quang đèn pha chiếu*, LM-11-97.
- [14] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Thử nghiệm trắc quang loại bóng đèn phân xạ*, LM-20-94.
- [15] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Thử nghiệm trắc quang đèn đường sử dụng bóng đèn sợi đốt và đèn HID*, LM-31-95.
- [16] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Phương pháp được phê duyệt để Thử nghiệm trắc quang đèn pha sử dụng bóng đèn HID và đèn sợi đốt*, LM-35-02.
- [17] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Thử nghiệm trắc quang đèn ngoài nhà sử dụng bóng đèn HID và đèn sợi đốt*, LM-46-04.
- [18] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Định dạng tập tin cho truyền dữ liệu điện tử các dữ liệu trắc quang và thông tin liên quan*, LM-63-02.

- [19] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Từ điển chiếu sáng quốc tế*, CIE 17.4:1987/ Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế, Xuất bản 50 (845) -1989.
- [20] IESNA, Ủy ban quy trình thử nghiệm, *Hướng dẫn đo phổ bức xạ*, LM-58-94.
- [21] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Phép đo phổ bức xạ của nguồn sáng*, CIE 63:1984.
- [22] Ohno, Y., Phần 5 Phép đo màu quang phổ, *Phép đo màu-hiểu biết hệ thống CIE*, xuất bản bởi J. Schanda, John Wiley & Sons, Co., Hoboken New Jersey, 2007.
- [23] Ủy ban chiếu sáng quốc tế, *Phương pháp đo và xác định độ hoàn màu của nguồn sáng*, CIE 13.3-1995.
-