

Đ**L****V****N** 270 : 2015

**QUANG KẾ CHUẨN
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Photometer head - Calibration procedure

HÀ NỘI - 2015

Lời nói đầu:

ĐLVN 270 : 2015 do Ban kỹ thuật đo lường TC 14 “Phương tiện đo quang học” biên soạn. Viện Đo lường Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

Quang kế chuẩn - Quy trình hiệu chuẩn

Photometer head - Calibration procedure

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn độ nhạy độ rọi của quang kế chuẩn dùng để kiểm định phương tiện đo độ rọi, có độ không đảm bảo đo $U \leq 1,0\%$, bằng phương pháp so sánh với quang kế chuẩn tại các khoảng cách d khác nhau, sử dụng nguồn sáng chuẩn có mức độ rọi từ 10 lx đến 10000 lx, nhiệt độ màu đặc trưng từ 2700 K đến 3200 K.

2 Giải thích từ ngữ

Các từ ngữ trong văn bản này được hiểu như sau:

2.1 Độ nhạy độ rọi quang kế chuẩn được xác định bằng tỉ số giữa tín hiệu điện được tạo ra từ quang kế chuẩn [A] và tín hiệu quang được chiếu tới [lx].

2.2 Độ rọi là đại lượng đặc trưng cho bề mặt được chiếu sáng, là mật độ quang thông trên bề mặt có diện tích S . Đơn vị độ rọi là lux (kí hiệu: lx), độ rọi là tỷ số của quang thông và diện tích bề mặt được chiếu sáng đều của quang thông. Khi mặt được chiếu sáng không đều, độ rọi được tính bằng trung bình cộng của độ rọi các điểm.

2.3 Môi trường tối để kiểm tra điểm “0” đề cập trong quy trình này là môi trường có mức độ rọi từ 0,0 lx đến 0,1 lx.

2.4 DUT (Device Under Test) : quang kế chuẩn cần hiệu chuẩn.

3 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng 1.

Bảng 1

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều mục của ĐLVN
1	Kiểm tra bên ngoài	7.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	7.2
3	Kiểm tra đo lường	7.3
3.1	Kiểm tra điểm “0”	7.3.1
3.2	Kiểm tra sai số độ nhạy độ rọi tại các mức độ rọi	7.3.2
3.3	Xác định phổ công suất của đèn chuẩn	7.3.3

4 Phương tiện hiệu chuẩn

ĐLVN 270 : 2015

Các phương tiện đo dùng để hiệu chuẩn DUT được nêu trong bảng 2.

Bảng 2

TT	Phương tiện hiệu chuẩn	Đặc trưng kỹ thuật đo lường cơ bản	Áp dụng cho điều mục của ĐLVN
1	Chuẩn đo lường		
	Quang kế chuẩn (Photometer Head)	Độ nhạy độ rọi: $(15 \div 26)$ nA/lx, hàm phổ độ nhạy tương đối xấp xỉ $V(\lambda)$, $f_1 \leq (1,0 \div 2,2) \%$. $U = (0,5 \div 0,8) \%$; $k = 2$	6.3.1; 6.3.2; 7.3.2
2	Phương tiện đo khác		
2.1	Nguồn sáng (Đèn chuẩn)	Công suất: $P = 1000 \text{ W} \div 2000 \text{ W}$ $U = (1,0 \div 1,5) \%$, $k = 2$	6.4; 6.5; 7.3.2
2.2	Thiết bị đo phổ bức xạ	Dải bước sóng : $380 \text{ nm} \div 780 \text{ nm}$ Độ rộng phổ : 5 nm Độ chính xác bước sóng : $0,3 \text{ nm}$	7.3.3
2.3	Máy đo dòng nhỏ	Phạm vi đo : $2 \text{ nA} \div 20 \text{ mA}$ Độ chính xác: $(0,1 \div 0,4) \%$	7.3.1; 7.32
2.4	Máy đo vạn năng	Phạm vi đo : Điện áp : $(0 \div 1000) \text{ VDC}$ Dòng : $(0 \div 1) \text{ A (DC)}$ Độ chính xác phép đo điện áp: $\leq 5 \text{ ppm (24 h)}$	6.5.1; 6.6.1; 6.6.2
2.5	Bộ nguồn cấp	Nguồn cung cấp : Điện áp : $0 \text{ V} \div 110 \text{ VDC}$ Dòng điện : $0 \text{ A} \div 30 \text{ A}$ Điện áp thăng giáng nhỏ hơn: $0,005 \% + 3 \text{ mV}$ Dòng điện thăng giáng nhỏ hơn: $0,05 \% + 10 \text{ mA}$	6.5; 7.3.2
2.6	Điện trở chuẩn	Giá trị : $0,01 \Omega \pm 0,01 \%$ Công suất điện cho phép: $3,0 \text{ W}$	6.5.2; 6.6.1
3	Phương tiện phụ		
3.1	Giá trắc quang	Phạm vi : $(0 \div 4500) \text{ mm}$ Độ chính xác : $\pm 2 \text{ mm}/4500 \text{ mm}$	6.2; 6.3; 7.3.2
3.2	Các thiết bị phụ trợ	Thiết bị định tâm bằng laser, thủy bình, mia chuẩn, hệ thống gá, đui đèn, hệ thống vít me, hệ thống vi chỉnh TP 90,...	6.2; 6.3; 6.4
3.3	Buồng tối quang học	Là môi trường tối có mức độ rọi đạt được : $(0,0 \div 0,1) \text{ lx}$	6.2; 6.3; 6.4; 7.3

5 Điều kiện hiệu chuẩn

Khi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

- Nhiệt độ: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- Độ ẩm: $(35 \div 85) \%RH$.

6 Chuẩn bị hiệu chuẩn

Trước khi tiến hành hiệu chuẩn phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:

6.1 Chuẩn bị DUT

Vệ sinh sạch bề mặt bộ thu quang của DUT và kiểm tra tình trạng hoạt động của DUT theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

6.2 Tạo ra trục quang (optical axis)

Sử dụng thiết bị định tâm bằng laser và mia chuẩn được lắp đặt trên giá trắc quang để tạo ra trục quang.

6.3. Lắp đặt quang kế chuẩn, DUT

6.3.1 Sử dụng thiết bị định tâm bằng laser chiếu chùm laser hướng về phía lắp đặt quang kế chuẩn.

6.3.2 Sử dụng thiết bị định tâm bằng laser, máy thủy bình, hệ thống vít me để điều chỉnh hệ thống giá đỡ sao cho mặt phẳng chuẩn của quang kế chuẩn vuông góc với trục quang và tâm mặt phẳng chuẩn bộ thu quang nằm trên trục quang.

6.3.3 Thực hiện bước 6.3.1 và 6.3.2 đối với DUT.

6.4 Lắp đặt đèn chuẩn

6.4.1 Đèn chuẩn được lắp đặt vào vị trí đui đèn phù hợp trên giá trắc quang.

6.4.2 Sử dụng máy thủy chuẩn, chùm laser và hệ thống vi chỉnh TP 90, giá đỡ đui đèn để căn chỉnh đèn chuẩn sao cho mặt phẳng chuẩn của sợi đốt đèn vuông góc với trục quang và tâm mặt phẳng chuẩn sợi đốt nằm trên trục quang.

6.4.3 Dịch chuyển đèn chuẩn về vị trí ban đầu (điểm 0).

6.5 Nối nguồn cung cấp điện cho đèn chuẩn

6.5.1 Kiểm tra cực của đèn chuẩn bằng máy đo vạn năng.

6.5.2 Nối nguồn cung cấp cho đèn chuẩn.

6.6 Kiểm tra hệ thống đo

6.6.1 Kiểm tra hệ thống đo nguồn cấp điện cho đèn chuẩn bằng máy đo vạn năng.

6.6.2 Kiểm tra hệ thống đo tín hiệu quang thu được từ quang kế chuẩn đến máy đo dòng nhỏ bằng máy đo vạn năng.

6.7 Chuẩn bị các thiết bị dùng để hiệu chuẩn

6.7.1 Bật tắt cả các máy đo, để ổn định ít nhất 30 phút trước khi tiến hành đo.

ĐLVN 270 : 2015

6.7.2 Bật nguồn cung cấp ít nhất 30 phút trước khi thực hiện tiến hành cung cấp điện cho đèn chuẩn.

7 Tiến hành hiệu chuẩn

7.1 Kiểm tra bên ngoài

Phải kiểm tra bên ngoài theo các yêu cầu sau đây:

Kiểm tra bằng mắt thường để xác định rõ DUT với các yêu cầu quy định trong tài liệu kỹ thuật về hình dáng, kích thước, ký, nhãn hiệu và các phụ kiện kèm theo. Bề mặt bộ thu quang của DUT không bị nứt, vỡ và hư hỏng.

7.2 Kiểm tra kỹ thuật

Phải kiểm tra kỹ thuật theo các yêu cầu sau đây:

Kiểm tra trạng thái hoạt động bình thường của DUT theo tài liệu kỹ thuật.

7.3 Kiểm tra đo lường

DUT được kiểm tra đo lường theo trình tự nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây:

7.3.1 Kiểm tra điểm “0”

Kiểm tra điểm “0” bằng cách dùng DUT để đo dòng quang trong môi trường tối có mức độ rọi từ 0,0 lx đến 0,1 lx. Thực hiện 3 lần phép đo lặp và ghi kết quả vào biên bản (phụ lục 1).

7.3.2 Kiểm tra sai số độ nhạy độ rọi tại các mức độ rọi

DUT được so sánh với quang kế chuẩn ở các mức độ rọi chuẩn là 50 lx; 100 lx; 200 lx; 500 lx; 1000 lx; 3000 lx; 5000 lx; 7000 lx; 10000 lx. Ghi lại các kết quả đo của quang kế chuẩn và DUT vào biên bản (phụ lục 1). Mỗi mức độ rọi cần thực hiện 5 lần phép đo lặp.

Sai số tương đối độ nhạy độ rọi của DUT, δ (%):

$$\delta = \frac{S_v^T - S_v^R}{S_v^R} \times 100 \% \quad (1)$$

Trong đó:

S_v^T : độ nhạy độ rọi DUT, [A/lx].

S_v^R : độ nhạy độ rọi quang kế chuẩn, [A/lx].

7.3.3 Xác định phổ công suất của đèn chuẩn

Dùng thiết bị đo phổ bức xạ để tiến hành đo phân bố phổ công suất của đèn chuẩn.

Kết quả được sử dụng để tính hệ số hiệu chỉnh màu CCF.

8 Đánh giá độ không đảm bảo đo

Độ nhạy độ rọi DUT được tính theo biểu thức sau:

$$S_v^T = \frac{y^T}{E_v} = \frac{y^T \cdot S_v^R}{y^R \cdot CCF^R} \tag{2}$$

Trong đó:

y^T, y^R : lần lượt tương ứng dòng quang đo được từ DUT, quang kế chuẩn [A].

CCF : hệ số hiệu chỉnh màu (colour correction factor).

$$CCF = \frac{\int e_s(\lambda) S_{rel}(\lambda) d\lambda \int e_t(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int e_s(\lambda) V(\lambda) d\lambda \int e_t(\lambda) S_{rel}(\lambda) d\lambda}$$

e_s : phân bố phổ nguồn sáng A (CIE illuminant A)

e_t : phân bố phổ nguồn sáng dùng cho hiệu chuẩn độ nhạy độ rọi được đo bởi thiết bị đo phổ bức xạ.

$S_{rel}(\lambda)$: độ nhạy phổ tương đối của quang kế chuẩn.

8.1 Độ không đảm bảo đo tổng hợp, $u_{r,c}(S_v^T)$

$$u_{r,c}(S_v^T) = \sqrt{u_r^2(y^R)_{rep} + u_r^2(y^R)_{ali} + u_r^2(y^R)_{ins} + u_r^2(y^R)_{str} + u_r^2(ccf) + u_r^2(S_v^R) + u_r^2(y^T)_{rep} + u_r^2(y^T)_{ins}} \tag{3}$$

Các thành phần độ không đảm bảo đo được biểu diễn trong biểu thức (3) được xác định trình bày theo phụ lục 2.

8.2 Độ không đảm bảo đo mở rộng, $U_r(S_v^T)$

$$U_r(S_v^T) = k \cdot u_{r,c}(S_v^T) \tag{4}$$

hệ số phủ $k = 2$, với mức tin cậy $P = 95 \%$.

Bảng 3. Các thành phần độ không đảm bảo đo

Các thành phần độ không đảm bảo đo	Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần tương đối $u_r(y)$	Hệ số nhạy c_i	$c_i u_r(y)$
$u_r(y^R)_{rep}$		1	
$u_r(y^R)_{ali}$		1	
$u_r(y^R)_{inst}$		1	
$u_r(y^R)_{stra}$		1	
$u_r(ccf)$		1	
$u_r(S_v^R)$		1	

ĐLVN 270 : 2015

Các thành phần độ không đảm bảo đo	Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần tương đối $u_r(y)$	Hệ số nhạy c_i	$c_i u_r(y)$
$u_r(S_v^R)_{cal}$		1	
$u_r(y^T)_{rep}$		1	
$u_r(y^T)_{ins}$		1	
$u_{r,c}(S_v^T)$			
$U_r(S_v^T); k = 2$			

8.3 Biểu diễn kết quả độ nhạy độ rơi

$$S_v = S_v^T \pm U_r(S_v^T) \quad (5)$$

9 Xử lý chung

9.1 Quang kế chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu có độ không đảm bảo đo $\leq 1\%$ được cấp chứng chỉ hiệu chuẩn (tem hiệu chuẩn, giấy chứng nhận hiệu chuẩn,...) theo quy định.

9.2 Quang kế chuẩn sau khi hiệu chuẩn nếu có độ không đảm bảo đo $> 1\%$ thì không cấp chứng chỉ hiệu chuẩn mới và xóa dấu hiệu chuẩn cũ (nếu có).

9.3 Chu kỳ hiệu chuẩn của quang kế chuẩn là: 12 tháng.

Tên cơ quan hiệu chuẩn
.....

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN
Số

Tên chuẩn/phương tiện đo:

Kiểu: Số:

Cơ sở sản xuất: Năm sản xuất:

Đặc trưng kỹ thuật :

.....

.....

Cơ sở sử dụng:

Phương pháp thực hiện:

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:

Điều kiện môi trường: Nhiệt độ:°C Độ ẩm:%

Người thực hiện: Ngày thực hiện:

Địa điểm thực hiện:

KẾT QUẢ HIỆU CHUẨN

1 Kiểm tra bên ngoài:

Đạt

Không đạt

2 Kiểm tra kỹ thuật:

Đạt

Không đạt

3 Kiểm tra đo lường:

3.1 Kiểm tra điểm “0”

Môi trường tối (0,0 ÷ 0,1) lx	Giá trị dòng quang của DUT đo, (A)			Giá trị trung bình (A)

3.2 Kiểm tra sai số độ nhạy độ rọi tại các mức độ rọi

Các mức độ rọi (lx)	Giá trị dòng quang đo được từ DUT (A)					Giá trị trung bình (A)	Giá trị độ nhạy độ rọi (A/lx)	Sai số tương đối (%)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5			
50								
100								
200								
500								
1000								
3000								
5000								
7000								
10000								

Độ không đảm bảo đo mở rộng $U = \dots\dots$ %, hệ số phủ $k = 2$ với mức tin cậy $P = 95$ % .

Kết luận:

Người soát lại

Người thực hiện

CÁC THÀNH PHẦN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

I. Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần của quang kế chuẩn:

$$u_r(y^R) = \sqrt{u_r^2(y^R)_{\text{rep}} + u_r^2(y^R)_{\text{ali}} + u_r^2(y^R)_{\text{ins}} + u_r^2(y^R)_{\text{str}}}$$

Trong đó:

1. $u_r(y^R)_{\text{rep}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần phép đo lặp đo dòng quang, được tính thông qua u_r độ lệch chuẩn thực nghiệm của giá trị trung bình y_{ave} , với n phép đo lặp.

$$y_{\text{ave}} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_i$$

Độ lệch chuẩn thực nghiệm u_r :

$$u_r = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_i - y_{\text{ave}})^2 \right]^{1/2}$$

Độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối phép đo lặp đo dòng quang:

$$u_r(y^R)_{\text{rep}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{u_r}{y_{\text{ave}}} \cdot 100$$

2. $u_r(y^R)_{\text{ali}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần khi căn chỉnh quang kế chuẩn:

$$u_r(y^R)_{\text{ali}} = \sqrt{u_r^2(y)_{\text{ali}_d} + u_r^2(y)_{\text{ali}_A}}$$

$u_r(y)_{\text{ali}_d}$: Độ không đảm bảo đo thành phần khi căn chỉnh theo phương dọc giá trục quang.

Cách xác định $u_r(y)_{\text{ali}_d}$:

- Đo dòng quang $E_r(y)_{d1}$ tại vị trí $d = 1000$ mm ;
- Dịch chuyển quang kế chuẩn về vị trí $d = 1001$ mm ;
- Đo dòng quang $E_r(y)_{d2}$;
- Sai số tương đối về dòng quang tương ứng : $\left[\frac{E_r(y)_{d1} - E_r(y)_{d2}}{E_r(y)_{d1}} \cdot 100 \right] [\%]$

Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần tương đối khi thay đổi khoảng cách d dọc theo giá trục quang:

$$u_r(y)_{\text{ali}_d} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E_r(y)_{d1} - E_r(y)_{d2}}{E_r(y)_{d1}} \cdot 100 [\%]$$

Tương tự điều chỉnh thay đổi theo phương ngang đối với mặt phẳng chuẩn quang kế chuẩn phạm vi: ± 2 mm.

Sai số tương đối về dòng quang theo phương ngang: $\left[\frac{E_r(y)_{\text{angle1}} - E_r(y)_{\text{angle2}}}{E_r(y)_{\text{angle1}}} \cdot 100 \right] [\%]$

Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần tương đối khi thay đổi theo phương ngang bề mặt chuẩn quang kế chuẩn được xác định như sau:

$$u_r(y)_{\text{ali}_A} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E_r(y)_{\text{angle1}} - E_r(y)_{\text{angle2}}}{E_r(y)_{\text{angle1}}} \cdot 100 [\%]$$

3. $u_r(y^R)_{\text{ins}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần hệ thống các thiết bị gồm: nguồn cung cấp, DMM, điện trở chuẩn, pico-ammeter.

Cách xác định $u_r(y^R)_{\text{ins}}$:

- Đo dòng quang $E_r(y)_{I1}$ tại giá trị điện áp đặc biệt ứng với CCT = 2856 K ;
- Thay đổi (tăng) nguồn cung cấp 0,1 %, đo $E_r(y)_{I2}$;
- Sai số tương đối dòng quang do thay đổi nguồn điện cung cấp: $\frac{E_r(y)_{I1} - E_r(y)_{I2}}{E_r(y)_{I1}} \cdot 100 [\%]$;
- Xác định được độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần hệ thống các thiết bị.

4. $u_r(y^R)_{\text{str}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần ánh sáng phong.

Cách xác định $u_r(y^R)_{\text{str}}$:

- Tiến hành đo dòng quang $E_r(y)_{\text{light}}$ khi không chắn sáng;
- Đo $E_r(y)_{\text{black}}$ khi sử dụng tấm chắn sáng giữa đèn chuẩn và quang kế;
- Sai số tương đối của ánh sáng phong (straylight): $\frac{E_r(y)_{\text{light}} - E_r(y)_{\text{black}}}{E_r(y)_{\text{light}}} \cdot 100 [\%]$

Với n phép đo lặp, $u_{\text{straylight}}$: độ lệch chuẩn thực nghiệm của giá trị trung bình ánh sáng phong.

Như vậy độ không đảm bảo đo chuẩn tương đối thành phần ánh sáng phong được xác định như sau :

$$u_r(y)_{\text{str}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{u_{\text{str}}}{\text{ave_straylight}} \cdot 100 [\%]$$

II. Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần độ nhạy phổ độ rọi quang kế chuẩn:

$$u_r(S_v^R) = \sqrt{u_r^2(S_v^R)_{\text{cal}} + u_r^2(S_v^R)_{\text{non-linearity}}} [\%]$$

Trong đó:

$u_r(S_v^R)_{\text{cal}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần độ nhạy độ rọi quang kế chuẩn được tính từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn.

$u_r(S_v^R)_{\text{non-linearity}}$: độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần độ không tuyến tính quang kế chuẩn.

III. Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần quang kế cần hiệu chuẩn:

$$u_r(y^T) = \sqrt{u_r^2(y^T)_{\text{rep}} + u_r^2(y^T)_{\text{ins}}} \quad [\%]$$

$u_r(y^T)_{\text{rep}}, u_r(y^T)_{\text{ins}}$ được tính tương tự trong mục 1.

IV. Độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần do sai khác nhiệt độ màu giữa nguồn sáng sử dụng hiệu chuẩn so với nguồn sáng A (CIE illuminant A, CCT = 2856 K).

- Nếu sai khác nhiệt độ màu < 100 K thì độ không đảm bảo đo do sai khác nhiệt độ màu không đáng kể.

- Trường hợp có sai khác nhiệt độ màu > 100 K thì ước lượng độ không đảm bảo đo chuẩn thành phần do sai khác nhiệt độ màu được tính dựa trên CCF:

$$u_r(\text{ccf}) = \frac{(\text{CCF} - 1)}{2\sqrt{3}} \cdot 100 \%$$