

ĐLVN 160 : 2005

**THIẾT BỊ CHỈ THỊ NHIỆT ĐỘ HIỆN SỐ VÀ TƯƠNG TỰ
QUY TRÌNH HIỆU CHUẨN**

Digital and analog temperature indicators – Methods and means of calibration

HÀ NỘI - 2005



Lời nói đầu :

ĐLVN 160 : 2005 do Ban kỹ thuật đo lường TC 11 “Phương tiện đo nhiệt độ và các đại lượng liên quan” biên soạn. Trung tâm Đo lường đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng ban hành.

Thiết bị chỉ thị nhiệt độ hiện số và tương tự - Quy trình hiệu chuẩn

Digital and analog temperature indicators- Methods and means of calibration

1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn các loại thiết bị chỉ thị nhiệt độ hiện số và tương tự, có phạm vi đo nhiệt độ từ - 200 °C đến 2000 °C với độ phân giải đến 0.01 °C.

Thiết bị chỉ thị nhiệt độ bao gồm các loại sau:

- Milivonmet đo nhiệt độ;
- Logomet đo nhiệt độ;
- Máy bù điện tử tự động đo nhiệt độ;
- Cầu cân bằng tự động đo nhiệt độ;
- Thiết bị chỉ thị hiện số hoặc tương tự đo nhiệt độ;
- Thiết bị đo và điều khiển nhiệt độ.

2-Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn ghi trong bảng sau:

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều, mục nào của QTHC
1	Kiểm tra bên ngoài	6.1
2	Kiểm tra kỹ thuật	6.2
3	Kiểm tra đo lường	6.3
4	Xử lý kết quả hiệu chuẩn	6.4
5	Tính toán độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn.	6.5

3 Phương tiện hiệu chuẩn

3.1 Phương tiện chuẩn

3.1.1 Thiết bị tạo tín hiệu chuẩn có phạm vi đo phù hợp với phạm vi nhiệt độ cần hiệu chuẩn, và đã được hiệu chuẩn theo Thang nhiệt độ quốc tế ITS – 90.

Các thiết bị tạo tín hiệu chuẩn có thể bao gồm:

- Hộp điện trở chuẩn;
- Thiết bị phát điện trở chuẩn;
- Thiết bị phát điện áp một chiều mV chuẩn;
- Thiết bị phát nhiệt độ chuẩn.

3.1.2 Các dây bù nhiệt độ, dây điện trở hoặc dây dẫn đã được hiệu chuẩn thỏa mãn yêu cầu.

3.1.3 Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn, bao gồm thiết bị tạo tín hiệu chuẩn, dây bù, dây điện trở ... phải nhỏ hơn 1/3 độ không đảm bảo đo của thiết bị cần hiệu chuẩn.

3.2 Phương tiện phụ

- Hệ thống giá lắp thiết bị chuẩn và các loại bộ chỉ thị cần hiệu chuẩn theo đúng yêu cầu kỹ thuật;
- Hệ thống quang học có độ phóng đại không nhỏ hơn 4 lần;
- Găng tay, dung dịch làm sạch, vải cotton... để vệ sinh thiết bị trước khi hiệu chuẩn.

4 Điều kiện hiệu chuẩn

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

- Nhiệt độ môi trường: $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- Độ ẩm môi trường: $(60 \pm 10) \% \text{RH}$.

Chú thích: Khi hiệu chuẩn các thiết bị chỉ thị nhiệt độ dùng trong công nghiệp tại hiện trường, điều kiện môi trường cần thoả mãn với yêu cầu kỹ thuật của thiết bị cần hiệu chuẩn.

5 Chuẩn bị hiệu chuẩn

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

- Làm sạch thiết bị cân hiệu chuẩn;
- Gá lắp, đấu nối dây theo đúng yêu cầu đặc trưng kỹ thuật của thiết bị cân hiệu chuẩn;
- Lựa chọn và chuẩn bị tổ hợp chuẩn phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của thiết bị cân hiệu chuẩn.

6 Tiến hành hiệu chuẩn

6.1 Kiểm tra bên ngoài

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

- 6.1.1 Ký, nhãn hiệu ghi trên thiết bị chỉ thị nhiệt độ phải rõ ràng, bao gồm: loại chỉ thị, thang chia độ, phạm vi đo, cấp chính xác, cơ sở sản xuất, số sản xuất...
- 6.1.2 Các đầu nối dây phải đảm bảo cho việc nối dây chắc chắn, an toàn và tiếp xúc tốt; vỏ bảo vệ thiết bị chỉ thị không bị hư hỏng.
- 6.1.3 Thiết bị chỉ thị nếu dùng pin phải thay pin mới đúng yêu cầu kỹ thuật trước khi hiệu chuẩn.

6.2 Kiểm tra kỹ thuật

Các thiết bị cân hiệu chuẩn phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Đối với loại chỉ thị hiện số, khi cấp nguồn các số hiển thị phải rõ nét, không bị mờ hoặc mất nét, các chức năng hoạt động bình thường theo đúng đặc trưng kỹ thuật;
- Đối với loại chỉ thị tương tự, vạch chia độ phải đầy đủ, không bị nhoè, mất chữ số, kim chỉ thị phải chuyển động trơn tru, không bị kẹt.

6.3 Kiểm tra đo lường

Thiết bị chỉ thị nhiệt độ cân hiệu chuẩn được kiểm tra đo lường theo trình tự, nội dung, phương pháp và yêu cầu sau đây :

6.3.1 Phương pháp kiểm tra

- 6.3.1.1 Kiểm tra đo lường được thực hiện bằng cách so sánh: số chỉ của thiết bị cân hiệu chuẩn được so sánh với giá trị nhiệt độ chuẩn được xác định bởi tổ hợp chuẩn.
- 6.3.1.2 Số điểm kiểm tra N phải được chia đều và không ít hơn 3 điểm trong dải nhiệt độ cân hiệu chuẩn.

ĐLVN 160 : 2005

Với thiết bị chỉ thị số, các điểm kiểm tra là các giá trị nhiệt độ chẵn chục hoặc chẵn trăm tùy thuộc theo phạm vi đo.

Với thiết bị chỉ thị tương tự, các điểm kiểm tra là các vạch có đánh số trên thang đo.

6.3.2 Chuẩn bị kiểm tra

6.3.2.1 Gá lắp tổ hợp thiết bị chuẩn, thiết bị cần hiệu chuẩn theo đúng yêu cầu kỹ thuật.

6.3.2.2 Vận hành tổ hợp chuẩn theo đúng hướng dẫn sử dụng thiết bị.

6.3.2.3 Cấp nguồn điện và nguồn tạo tín hiệu đầu vào cho thiết bị cần hiệu chuẩn theo đúng đặc trưng chia độ, yêu cầu kỹ thuật và hướng dẫn sử dụng thiết bị.

6.3.3 Trình tự tiến hành kiểm tra

6.3.3.1 Hiệu chuẩn theo chiều tăng nhiệt độ, điều chỉnh thiết bị cung cấp tín hiệu đầu vào để số chỉ của thiết bị cần hiệu chuẩn tăng dần đến giá trị nhiệt độ tương ứng với điểm kiểm tra đầu tiên thấp nhất trong dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn.

6.3.3.2 Khi số chỉ ổn định, đọc và ghi số chỉ nhiệt độ của tổ hợp chuẩn và thiết bị cần hiệu chuẩn. Trình tự đọc theo thứ tự:

Chuẩn → thiết bị cần hiệu chuẩn → chuẩn → thiết bị cần hiệu chuẩn → ...

Số lần đọc n tại mỗi điểm kiểm tra không ít hơn 3.

6.3.3.3 Luân lượt tiến hành như mục 6.3.3.1 và 6.3.3.2 đối với các điểm kiểm tra tiếp theo cho đến điểm kiểm tra cuối cùng.

6.3.3.4 Hiệu chuẩn theo chiều giảm nhiệt độ, từ điểm cao nhất đến điểm thấp nhất trong dải nhiệt độ cần hiệu chuẩn như mục 6.3.3.1, 6.3.3.2 và 6.3.3.3.

6.4 Xử lý kết quả hiệu chuẩn

6.4.1 Tính giá trị nhiệt độ trung bình đo được theo chiều tăng và giảm tại mỗi điểm kiểm tra của chuẩn và của thiết bị cần hiệu chuẩn theo công thức:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$$

Với n là số lần đo tại mỗi điểm kiểm tra.

6.4.2 Tính độ lệch chuẩn theo chiều tăng và chiều giảm tại mỗi điểm kiểm tra của thiết bị chuẩn và của thiết bị cần hiệu chuẩn theo công thức:

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{(n-1)}}$$

Trong đó:

- t_i : giá trị mỗi lần đo tại điểm nhiệt độ kiểm tra ($i = 1, 2 \dots n$);
- \bar{t} : giá trị trung bình của n lần đo tại điểm kiểm tra;
- n : số lần đo tại mỗi điểm kiểm tra;
- S_j : độ lệch chuẩn tại điểm kiểm tra thứ j ($j = 1, 2, \dots, N$);
- N : số điểm kiểm tra.

6.4.3 Tính số hiệu chỉnh theo chiều tăng tại mỗi điểm kiểm tra của thiết bị cần hiệu chuẩn: bằng hiệu số giữa giá trị trung bình của nhiệt độ chuẩn đã được hiệu chỉnh và giá trị trung bình của thiết bị cần hiệu chuẩn:

$$\Delta t = (\bar{t}_{ch} + \beta t) - \bar{t}_{bk}$$

Trong đó:

- \bar{t}_{ch} : giá trị nhiệt độ trung bình của chuẩn theo chiều tăng;
- \bar{t}_{bk} : giá trị nhiệt độ trung bình của thiết bị cần hiệu chuẩn theo chiều tăng;
- βt : hiệu chỉnh nhiệt độ tại điểm kiểm tra của chuẩn, lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn.

Chú thích: Số hiệu chỉnh Δt tại mỗi điểm kiểm tra không được vượt quá giá trị sai số tương ứng với cấp chính xác của thiết bị cần hiệu chuẩn.

6.4.4 Tính độ hồi sai tại mỗi điểm kiểm tra của thiết bị chỉ thị cần hiệu chuẩn: bằng hiệu giữa giá trị nhiệt độ đo được theo chiều tăng và giá trị nhiệt độ đo được theo chiều giảm.

6.5 Tính toán độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn

Độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn bộ chỉ thị hiện số hoặc tương tự, phát sinh do nhiều yếu tố gây sai số được tính theo các thành phần sau:

6.5.1 Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn, khi xác định tín hiệu nhiệt độ chuẩn cung cấp để hiệu chuẩn u_{ch} , gồm các thành phần:

- Độ không đảm bảo đo của thiết bị tạo tín hiệu chuẩn: u_{ch1} (loại B);
- Độ không đảm bảo đo của dây bù hoặc dây điện trở: u_{ch2} (loại B);
- Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo của tổ hợp thiết bị chuẩn: u_{ch3} (loại A).

ĐLVN 160 : 2005

6.5.2 Độ không đảm bảo đo của thiết bị cần hiệu chuẩn, khi chỉ thị các giá trị nhiệt độ trong dải nhiệt độ hiệu chuẩn u_{bk} , gồm các thành phần:

- Độ không đảm bảo đo do độ hồi sai của thiết bị cần hiệu chuẩn: u_{bk1} (loại B);
- Độ không đảm bảo đo theo độ phân dải của nhiệt kế cần hiệu chuẩn: u_{bk2} (loại B);
- Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo của thiết bị cần hiệu chuẩn: u_{bk} (loại A).

6.5.3 Độ không đảm bảo đo chuẩn-liên hợp của phép hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_c = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2}$$

6.5.4 Độ không đảm bảo đo mở rộng của phép hiệu chuẩn:

$$U = k \cdot u_c = 2 \cdot u_c$$

Với mức tin cậy 95 % và hệ số phủ $k = 2$.

Chú thích: Tính toán chi tiết các thành phần độ không đảm bảo đo xem trong phụ lục 1.

7 Xử lý chung

7.1 Thiết bị chỉ thị nhiệt độ sau khi hiệu chuẩn được dán tem, cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn kèm theo thông báo kết quả hiệu chuẩn.

7.2 Chu kỳ hiệu chuẩn của thiết bị chỉ thị nhiệt độ được khuyến nghị là 1 năm.

HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO

I Độ không đảm bảo đo của tổ hợp chuẩn: u_{ch}

1 Độ không đảm bảo đo của thiết bị tạo tín hiệu chuẩn: u_{ch1} (loại B)

Thành phần này lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng U_1 (theo mức tin cậy $P\%$ và hệ số phủ k):

$$u_{ch1} = \frac{U_1}{k} \quad [^\circ\text{C}]$$

2 Độ không đảm bảo đo của dây bù hoặc dây điện trở: u_{ch2} (loại B)

Thành phần này lấy từ giấy chứng nhận hiệu chuẩn hoặc từ đặc trưng kỹ thuật của nhà sản xuất, tính từ độ không đảm bảo đo mở rộng U_2 (theo mức tin cậy $P\%$ và hệ số phủ k):

$$u_{ch2} = \frac{U_2}{k} \quad [^\circ\text{C}]$$

3 Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo của tổ hợp thiết bị chuẩn theo chiều tăng nhiệt độ: u_{ch3} (loại A)

Thành phần này được tính theo độ không đảm bảo chuẩn loại A, từ các thành phần sau:

- Tính độ lệch chuẩn s_j theo công thức trong mục 6.4.2;
- Tính độ lệch chuẩn trung bình u_{TB} :

$$u_{TB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i^2}$$

Với N là số điểm kiểm tra.

- Tính độ không đảm bảo chuẩn loại A:

$$u_A = \frac{u_{TB}}{\sqrt{n}} \quad [^\circ\text{C}]$$

Với n là số lần đo tại mỗi điểm kiểm tra.

- Độ không đảm bảo do độ tản mạn kết quả đo

$$u_{ch3} = u_A$$

3 Độ không đảm bảo đo chuẩn liên hợp của tổ hợp chuẩn được tính theo công thức:

$$u_{ch} = \sqrt{u_{ch1}^2 + u_{ch2}^2 + u_{ch3}^2} \quad [^\circ\text{C}]$$

II Độ không đảm bảo đo của thiết bị cần hiệu chuẩn: u_{bk}

1 Độ không đảm bảo đo do độ hồi sai của thiết bị cần hiệu chuẩn: u_{bk1} (loại B)

Thành phần này được tính từ độ hồi sai lớn nhất A_{\max} theo công thức:

$$u_{bk1} = \frac{A_{\max}}{2\sqrt{3}} \quad [^\circ\text{C}]$$

Trong đó: $A_{\max} = |t_{bk}(\text{chiều tăng}) - t_{bk}(\text{chiều giảm})|_{\max}$

2 Độ không đảm bảo đo do độ phân giải của thiết bị cần hiệu chuẩn: u_{bk2} (loại B)

Thành phần này tính từ độ phân giải hoặc giá trị độ chia của chỉ thị theo công thức:

$$u_{bk2} = \frac{B.d}{\sqrt{3}} \quad [^\circ\text{C}]$$

Trong đó:

d : là giá trị độ phân giải hoặc giá trị độ chia của chỉ thị cần hiệu chuẩn:

$B = 1/2$ đối với loại chỉ thị hiện số;

$B = 1/10$ đối với loại chỉ thị tương tự.

3 Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo của thiết bị cần hiệu chuẩn theo chiều tăng nhiệt độ: u_{bk3} (loại A)

Thành phần này được tính theo độ không đảm bảo chuẩn loại A, từ các thành phần sau:

- Tính độ lệch chuẩn s_j theo công thức trong mục 6.4.2:

- Tính độ lệch chuẩn trung bình u_{TB} :

$$u_{TB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N s_j^2}$$

Với N là số điểm kiểm tra.

- Tính độ không đảm bảo chuẩn loại A:

$$u_A = \frac{u_{TB}}{\sqrt{n}} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Với n là số lần đo tại mỗi điểm kiểm tra.

- Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo:

$$u_{bk3} = u_A$$

4 Độ không đảm bảo đo chuẩn liên hợp của thiết bị cần hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_{bk} = \sqrt{u_{bk1}^2 + u_{bk2}^2 + u_{bk3}^2}$$

III Độ không đảm bảo đo chuẩn liên hợp của phép hiệu chuẩn u_c :

$$u_c = \sqrt{u_{ch}^2 + u_{bk}^2}$$

IV Độ không đảm bảo đo mở rộng:

$$U = k \cdot u_c = 2 \cdot u_c$$

Với mức tin cậy 95%: hệ số phủ $k = 2$.

Thành phần này chính là độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn thiết bị chỉ thị nhiệt độ hiện số hoặc tương tự và được đưa vào chứng nhận hiệu chuẩn cùng với kết quả hiệu chuẩn.

Bảng các thành phần độ không đảm bảo đo

TT	Nguồn gây ra độ không đảm bảo	Phân bố	Đánh giá
1	Tổ hợp chuẩn xác định nhiệt độ chuẩn		
	1. Độ không đảm bảo đo của thiết bị tạo tín hiệu chuẩn	Chuẩn	B
	2. Độ không đảm bảo đo của dây bù hoặc dây điện trở	Chuẩn	B
	3. Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo	Chuẩn	A
2	Bộ chỉ thị nhiệt độ cần hiệu chuẩn :		
	1. Độ không đảm bảo đo do độ hồi sai	Chữ nhật	B
	2. Độ không đảm bảo đo do độ phân giải	Chữ nhật	B
	3. Độ không đảm bảo đo do độ tản mạn kết quả đo	Chuẩn	A
3	Độ không đảm bảo đo liên hợp		u_c
4	Độ không đảm bảo mở rộng		$U = 2 \cdot u_c$

Tên cơ quan hiệu chuẩn
.....

BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN

Số:

Tên 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:..... Độ ẩm:

Người thực hiện:.....

Ngày thực hiện :

Địa điểm thực hiện :

Số liệu và kết quả :

Nhiệt độ chuẩn (°C)	Số chỉ của thiết bị cần hiệu chuẩn (°C)		Số hiệu chính (°C)
	Chiều tăng nhiệt độ	Chiều giảm nhiệt độ	

* Độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn, khi áp dụng số hiệu chính cho theo bảng trên được ước tính là°C (tính ứng với độ tin cậy 95 %, với hệ số phủ $k = 2$).

Người soát lại

Người thực hiện

ĐLVN 160 : 2005

36000

Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng chịu trách nhiệm xuất bản, phát hành và giữ bản quyền Văn bản kỹ thuật đo lường Việt Nam. Không được in, sao, chụp lại nếu chưa được phép của Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng.
Địa chỉ : 8 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.
ĐT : (84-4) 7911642 Fax : (84-4) 7911595

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying and microfilm without permission in writing from the Directorate for Standards and Quality.
Address : 8 Hoang Quoc Viet Rd., Cau Giay Dist., Hanoi
Tel : (84-4) 7911642 Fax : (84-4) 7911595