

## Đồng hồ so - Quy trình hiệu chuẩn

### *Dial indicators - Methods and means of calibration*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định quy trình hiệu chuẩn (QTHC) đồng hồ so có phạm vi đo và giá trị độ chia như sau:

- Phạm vi đo (0-50) mm, giá trị độ chia 0,01 mm;
- Phạm vi đo (0-10) mm, giá trị độ chia 0,002 mm;
- Phạm vi đo (0-5) mm, giá trị độ chia 0,001 mm.

#### 2 Các phép hiệu chuẩn và phương tiện hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn với các phương tiện hiệu chuẩn nêu trong bảng 1.

**Bảng 1**

Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều của QTHC	Phương tiện hiệu chuẩn
1 Kiểm tra bên ngoài	4.1	Mắt thường, kính lúp 10 X
2 Kiểm tra kỹ thuật và kiểm tra lực đo	4.2	Trụ gá đồng hồ so, thiết bị đo lực có giá trị độ chia $\leq 0,02$ N hoặc cân đồng hồ có giá trị độ chia $\leq 2$ g
3 Kiểm tra đo lường  - Kiểm tra sai số tổng, sai số thành phần và độ hồi sai  - Kiểm tra độ lặp lại	4.3	Máy kiểm đồng hồ so hoặc thước vạn chuyên dụng hoặc thiết bị đo chiều dài có độ chính xác $\leq \pm 1 \mu\text{m}$ và giá trị độ chia $\leq 1 \mu\text{m}$ khi hiệu chuẩn đồng hồ so có giá trị độ chia 0,01 mm Đối với đồng hồ so có giá trị độ chia 0,001 mm; 0,002 mm thiết bị hiệu chuẩn phải có giá trị độ chia $\leq 0,5 \mu\text{m}$ độ chính xác $\leq \pm 1 \mu\text{m}$  Căn mẫu song phẳng cấp 0 hoặc 1; trụ gá đồng hồ so hoặc các thiết bị như mục kiểm tra sai số tổng, sai số thành phần

# **ĐLVN 75 : 2001**

## **3 Điều kiện hiệu chuẩn**

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

- Đối với đồng hồ so có giá trị độ chia 0,001 mm; 0,002 mm:
  - + Nhiệt độ:  $(20 \pm 3)$  °C;
  - + Độ ẩm:  $(50 \pm 15)$  % RH.
- Đối với đồng hồ so có giá trị độ chia 0,01 mm:
  - + Nhiệt độ:  $(20 \pm 8)$  °C;
  - + Độ ẩm:  $(50 \pm 20)$  % RH.

## **4 Tiến hành hiệu chuẩn**

### **4.1 Kiểm tra bên ngoài**

Tiến hành kiểm tra bằng mắt thường và bằng kính lúp theo các yêu cầu sau:

- Nhân hiệu trên mặt đồng hồ phải ghi:
  - + Giá trị độ chia;
  - + Phạm vi đo;
  - + Số hiệu dụng cụ.
- Các vạch chia, chữ số phải được ghi khắc rõ ràng, đều đặn và liền nét. Mặt đồng hồ phải được định vị chắc. Khi quay, dịch chuyển vị trí không ảnh hưởng đến kim chỉ thị;
- Mặt kính phải trong suốt, không bị rạn nứt, xước ... làm ảnh hưởng đến việc đọc số;
- Bề rộng của mũi kim dài không được lớn hơn bề rộng của vạch chia, kim phải phủ lên vạch chia một khoảng từ 1/3 đến 3/4 chiều dài vạch chia. Ở trạng thái tự do, kim phải nằm về phía trái trục dọc của đồng hồ và cách trục dọc của đồng hồ so một khoảng từ 10 đến 30 vạch chia;
- Mặt làm việc của đầu đo không được han rỉ, lõm hoặc có vết xước.

### **4.2 Kiểm tra kỹ thuật và kiểm tra lực đo**

#### **4.2.1 Kiểm tra kỹ thuật**

Dùng trụ gá đồng hồ so kiểm tra để kiểm tra dịch chuyển của đầu đo theo các yêu cầu sau:

- Thanh đo phải chuyển động nhẹ nhàng trên toàn phạm vi đo, trong quá trình chuyển động kim không được nhảy bước. Sau khi thôi tác động một lực lên đầu đo, kim phải trở lại vị trí ban đầu;

- Đối với đồng hồ so có kim ngắn để chỉ thị số vòng quay của kim dài, kim ngắn dịch chuyển phải đều đặn không được nhảy bước và phải phù hợp với dịch chuyển của kim dài.

#### 4.2.2 Kiểm tra lực đo

- Yêu cầu:

- + Lực đo của đồng hồ không nằm ngoài phạm vi từ 0,4 N đến 2,5 N;
- + Chênh lệch giữa lực đo lớn nhất và lực đo nhỏ nhất khi đầu đo đi vào và đi ra không vượt quá giá trị 1,5 N;
- + Chênh lệch giữa lực đo khi đầu đo đi vào và đầu đo đi ra tại một vị trí bất kỳ trong phạm vi đo không vượt quá giá trị 0,9 N.

- Phương pháp kiểm tra: phương pháp kiểm tra lực đo của đồng hồ so bằng cân đồng hồ được tiến hành như sau: gá đồng hồ so lên giá đỡ cho đầu đo tiếp xúc với mặt đĩa cân, sau đó dịch chuyển tay đỡ về phía dưới rồi đọc lực đo trên cân tương ứng với 5 đến 10 vị trí phân bố đều trên toàn phạm vi đo của đồng hồ so. Tiếp tục cho tay đỡ dịch chuyển theo chiều kim ngược lại và lần lượt đọc các lực đo trên cân tại những vị trí vừa kiểm. Sự chênh lệch lực đo tại một vị trí giữa hai trạng thái đầu đo đi vào và đi ra được xác định bằng hiệu số giữa hai lực đó.

### 4.3 Kiểm tra đo lường

#### 4.3.1 Yêu cầu chung

Đồng hồ so phải thoả mãn giới hạn cho phép của sai số tổng, sai số thành phần, độ hồi sai và độ lặp lại cho trong bảng 2 và bảng 3.

- Đối với đồng hồ so có giá trị độ chia 0,01 mm

**Bảng 2**

PHẠM VI ĐO		SAI SỐ LỚN NHẤT CHO PHÉP (μm)			
		(0 - 5) mm	(0 - 10) mm	(0 - 25) mm	(0 - 50) mm
Độ hồi sai		3	3	5	5
Độ lặp lại		1	1	3	3
Sai số thành phần	1/10 Vòng	± 5	± 5	± 5	± 5
	1/2 Vòng	± 8	± 8	± 8	± 8
	1 Vòng	± 10	± 10	± 10	± 10
	1/5 Phạm vi đo	± 10	± 12	± 15	± 25
Sai số tổng		± 12	± 15	± 25	± 50

## ĐLVN 75 : 2001

- Đối với đồng hồ so có giá trị độ chia 0,001 mm; 0,002 mm

**Bảng 3**

GIÁ TRỊ ĐỘ CHIA	SAI SỐ LỚN NHẤT CHO PHÉP ( $\mu\text{m}$ )				
	0,002 mm		0,001 mm		
PHẠM VI ĐO	(0 - 2) mm	(2-10) mm	(0-1) mm	(1-2) mm	(2-5) mm
Độ hồi sai	3	3	3	3	3
Độ lặp lại	0,5	1	0,3	0,3	0,5
Sai số thành phần	$\pm 4$	$\pm 5$	$\pm 2$	$\pm 4$	$\pm 5$
Sai số tổng	$\pm 6$	$\pm 8$	$\pm 4$	$\pm 6$	$\pm 8$

### 4.3.2 Xác định sai số tổng, sai số thành phần

- Sai số tổng của đồng hồ so là giá trị lớn nhất của hiệu số giữa số chỉ của đồng hồ so và giá trị thực qui ước tại điểm đo bất kỳ khi đầu đo đi vào và đi ra;

- Sai số thành phần là chênh lệch lớn nhất giữa hai sai lệch số chỉ khi kiểm đồng hồ so tại hai điểm cách nhau 1/10 vòng quay trong cả hai trạng thái đầu đo đi vào và đi ra.

a - Phương pháp 1: Kiểm tra trên máy kiểm đồng hồ so.

Gá đặt đồng hồ so theo chỉ dẫn của máy kiểm. Điều chỉnh vị trí "0" của máy tương ứng với vị trí "0" của đồng hồ so. Sau đó lần lượt kiểm tra các số chỉ của đồng hồ so ở trạng thái đầu đo đi vào và đi ra theo các bước sau:

*Bước 1:* Cho thang đo của máy kiểm dịch chuyển từng 1/10 vòng cho đến 1/5 phạm vi đo. Sau đó dịch chuyển từng 1/2 vòng cho đến 1/2 phạm vi đo, tiếp tục dịch chuyển từng vòng một cho đến hết giới hạn đo đồng thời đọc các giá trị tương ứng chỉ trên đồng hồ. Sau đó lần lượt cho thang đo của máy dịch chuyển theo chiều ngược lại tương ứng với các vị trí của đầu đo đồng hồ đi vào đồng thời đọc các giá trị tương ứng chỉ trên đồng hồ.

*Bước 2:* Kiểm lần lượt 10 giá trị độ chia trước và sau điểm có sai số cực đại hoặc cực tiểu đã kiểm tại bước 1 để xác định chính xác vị trí có sai số lớn nhất.

b - Phương pháp 2: Kiểm tra bằng thước vạn chuyên dụng hoặc máy đo chiều dài

- Kiểm tra trên thước vạn chuyên dụng:

Kẹp thước vạn chuyên dụng lên giá vạn năng. Tháo đầu đo cố định của thước vạn ra và giá đồng hồ so vào, sao cho khi trục ren chuyển động theo hai chiều ngược nhau mà đồng hồ so có thể di chuyển hết giới hạn của nó ở cả hai trạng thái đầu đo đi vào và đi ra. Sau đó điều chỉnh vị trí "0" của đồng hồ tương ứng với một vị trí bất kỳ của thước vạn quy ước đó là vị trí "0" của thước. Tiến hành kiểm tra theo các bước như phương pháp 1.

- Kiểm tra trên máy đo chiều dài:

Giá đồng hồ so lên máy sao cho đầu đo của đồng hồ tiếp xúc và có cùng phương chuyển động với đầu đo của máy đo chiều dài (có tính năng kỹ thuật như đã nêu trong mục 2). Khi giá đặt phải thoả mãn các yêu cầu như đối với khi tiến hành kiểm tra trên thước vạn chuyên dụng.

Trình tự kiểm tra cũng được tiến hành theo hai bước giống như trên máy kiểm đồng hồ so đã nêu trong phương pháp 1.

\* *Ghi chú:* Khi kiểm tra không được tự ý đổi chiều di chuyển của đầu đo. Nhất thiết phải kiểm xong một trạng thái (đi vào hoặc đi ra) của đầu đo rồi mới kiểm sang trạng thái khác. Trường hợp dịch chuyển quá vị trí cần kiểm phải lùi lại sau vị trí đó khoảng 20 vạch rồi mới dịch chuyển trở lại.

#### 4.3.3 Độ hồi sai

Độ hồi sai là chênh lệch lớn nhất giữa hai kết quả đo tại một điểm đo bất kỳ khi đầu đo đi vào và đi ra.

Phương pháp xác định:

- Kiểm tra độ hồi sai bằng máy kiểm đồng hồ so, hoặc thước vạn chuyên dụng hoặc máy đo chiều dài;

- Tại điểm có sai số lớn nhất như đã xác định theo mục 4.3.2 cho thang chia của máy dịch chuyển vượt qua vị trí này khoảng 20 vạch chia rồi trở lại vị trí cũ ghi lại số chỉ của đồng hồ. Tiếp tục cho thang chia của máy dịch chuyển theo chiều ngược lại khoảng 20 vạch chia rồi trở lại vị trí ban đầu ghi lại số chỉ trên đồng hồ ... Tiến hành như vậy lặp lại ít nhất 10 lần rồi lấy giá trị trung bình của số chỉ trên đồng hồ ở hai trạng thái của đầu đo. Độ hồi sai được xác định bằng hiệu số giữa hai giá trị trung bình đó.

## **ĐLVN 75 : 2001**

### **4.3.4 Độ lặp lại**

Độ lặp lại là chênh lệch lớn nhất giữa các kết quả đo khi tiến hành đo lặp lại tại một điểm đo bất kỳ.

Phương pháp xác định: xác định độ lặp lại theo các phương pháp sau:

- Ghép căn mẫu song phẳng lên bàn đo (thường dùng miếng 5 mm) kẹp đồng hồ vào trục gá cho đầu đo tiếp xúc với căn mẫu. Dùng tay đỡ cho kim quay 2-3 vòng, tiếp theo dùng ở vị trí bất kỳ nào đó, tiếp theo dùng tay nâng và hạ đầu đo của đồng hồ (10 -15) lần mỗi lần nâng hạ phải đọc số chỉ trên thang đồng hồ;

- Độ lặp lại cũng có thể kiểm tra trên máy kiểm đồng hồ so hoặc thước vạn chuyên dụng hoặc máy đo chiều dài theo trình tự tiến hành như kiểm bằng căn mẫu.

## **5 Xử lý chung**

**5.1** Đồng hồ so sau khi hiệu chuẩn được cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn kèm theo thông báo kết quả hiệu chuẩn.

**5.2** Chu kỳ hiệu chuẩn: 01 năm.

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 :

**Sai số thành phần và sai số tổng: Ghi sai lệch số chỉ trên đồng hồ (đơn vị:  $\mu\text{m}$ )**

Bước kiểm 1/10 vòng																			
Vị trí kiểm	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	
Vòng 1																			
Vòng 2																			

\* **Chú thích:** Sai số thành phần ghi vào bảng kết quả hiệu chuẩn được xác định là giá trị lớn nhất của các hiệu số  $(V_{i+1}-V_i)$  và  $(R_{i+1}-R_i)$ .

Trong đó  $i$  : vị trí kiểm tại bước kiểm 1/10 vòng.

Bước kiểm 1/2 vòng				Bước kiểm 1 vòng			
Vị trí kiểm	1		2		Vị trí kiểm	1	
	V	R	V	R		V	R
Vòng 3					Vòng 6		
Vòng 4					Vòng 7		
Vòng 5					Vòng 8		
					Vòng 9		
					Vòng 10		

\* **Chú thích:** V: đầu đo đi vào ; R: đầu đo đi ra

Tại điểm có sai số cực đại:										Tại điểm có sai số cực tiểu:									
I										I									
II										II									

\* Chú thích: I : 10 độ chia trước  
 II : 10 độ chia sau

Thành phần	Sai số tổng	Sai số thành phần	Độ hồi sai	Độ lặp lại	Lực đo (N)	
					$F_{\min}$	$F_{\max}$
Độ lớn( $\mu\text{m}$ )						

Người soát lại

Người thực hiện



## ĐÁNH GIÁ ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO CỦA PHÉP HIỆU CHUẨN ĐỒNG HỒ SO

### 1. Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp được xác định như sau:

$$u_c^2 = u_{MC}^2 + u_{RR}^2$$

Trong đó:

$u_{MC}$  : độ không đảm bảo đo (ĐKĐBĐ) của thiết bị hiệu chuẩn được xác định trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn của thiết bị hoặc độ chính xác của thiết bị đó.

$u_{RR}$  : bao gồm các thành phần chính sau:

$u_{RA}$  : Căn cứ theo giá trị độ chia của đồng hồ so cần kiểm xác định theo công thức như sau:

$$u_{RA} = \frac{d}{2\sqrt{3}}$$

d: giá trị độ chia của đồng hồ so cần kiểm.

$u_{RE}$  : Độ không đảm bảo chuẩn loại A được xác định theo thực nghiệm với 10 lần đo

Độ lệch chuẩn thực nghiệm  $s(q_k)$  được dùng để ước lượng phân bố của q:

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}$$

Trong đó:

n : số lần đo

$q_k$  : Là số đọc được của mỗi lần đo trên đồng hồ

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n q_k$$

Độ lệch chuẩn thực nghiệm  $s(\bar{q})$  của giá trị trung bình được dùng để ước lượng độ rộng của phân bố các giá trị trung bình:

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_k)}{\sqrt{n}}$$

$u_{RR}$  có giá trị bằng giá trị lớn nhất giữa hai thành phần  $u_{RA}$  ;  $u_{RE}$

### 2/ Độ không đảm bảo mở rộng:

$$U = k u_c \quad (k=2)$$

## VÍ DỤ XÁC ĐỊNH ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO CỦA PHÉP HIỆU CHUẨN ĐỒNG HỒ SO SỬ DỤNG THUỐC VẶN CHUYÊN DỤNG

Đồng hồ so có giá trị độ chia 0,01 mm

TT	Ký hiệu	Thành phần	Độ lớn	Phân bố	$u_i$	
1	$u_{MC}$	Độ không đảm bảo đo thiết bị hiệu chuẩn (giấy chứng nhận hiệu chuẩn)	1 $\mu\text{m}$	Hcn	0,6	
2	$u_{RA}$	Độ phân giải của đồng hồ so	10 $\mu\text{m}$	Hcn	2,9	$u_{RR} = 2,9$
	$u_{RE}$	Độ lặp lại (thực nghiệm)			0,3	

1. Độ không đảm bảo đo của thiết bị hiệu chuẩn xác định theo giấy chứng nhận hiệu chuẩn

$$a_{MC} = 1 \mu\text{m}$$

$$u_{MC} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,6 \mu\text{m}$$

2.  $u_{RR} = u_{RE} = 2,9 \mu\text{m}$ ; Giá trị độ chia của đồng hồ so là 0,01 mm = 10  $\mu\text{m}$

$$a_{RE} = 10 \mu\text{m}$$

$$\frac{10}{2 \cdot \sqrt{3}} = 2,9 \mu\text{m}$$

$$u_{RR} = 0,3 \mu\text{m} \text{ theo thực nghiệm}$$

Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp:

$$u_c = \sqrt{0,6^2 + 2,9^2} \approx 2,96 \mu\text{m}$$

Độ không đảm bảo đo mở rộng:

$$U = k u_c \quad \text{với } k = 2$$

$$U = 5,92 \mu\text{m}$$