

XÂY DỰNG HỆ THỐNG CHUẨN ĐO LƯỜNG QUỐC GIA LĨNH VỰC GÓC PHẪNG TẠI VIỆT NAM

Bùi Quốc Thụ, Tống Công Dũng, Trần Nam Anh, Vũ Khánh Phan

Viện Đo lường Việt Nam

Xây dựng hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc để đảm bảo tính chính xác của phép đo góc cho cả nước là một nội dung quan trọng trong kế hoạch phát triển hệ thống đo lường quốc gia. Nghiên cứu thiết lập hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc nhằm mục đích đảm bảo độ chính xác của các chuẩn và phương tiện đo góc dùng trong tất cả các ngành kinh tế, kỹ thuật của quốc gia là một nhiệm vụ cần thiết của ngành đo lường, nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm, hàng hóa, đồng thời phục vụ tốt nhiệm vụ đảm bảo đo lường cho các cơ sở trong cả nước đối với lĩnh vực đo này.

Tổng quan về hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc

Góc là đơn vị dẫn xuất trong hệ thống đơn vị đo lường quốc tế SI và đã được quy định theo Luật Đo lường về đơn vị đo lường hợp pháp tại Việt Nam. Trong toán học và thực tế, số đo góc của một vòng tròn gọi là góc đầy (Full Angle) cũng được coi là chuẩn tự nhiên của góc phẳng (Natural Etalon) có giá trị là 2π (360°) và sai số bằng không, do đó việc sử dụng vòng tròn khép kín làm cơ sở để thiết kế chuẩn, thiết bị đo góc có độ chính xác cao cũng được nhiều Viện đo lường quốc gia (National Metrology Institutes - NMIs) của các nước trên thế giới và khu vực nghiên cứu, triển khai.

Các chuẩn góc có nhiều loại khác nhau, mẫu chuẩn riêng biệt như căn mẫu góc, hoặc có thể là một phần của vòng tròn như đa diện góc (gọi là chuẩn góc rời rạc); chuẩn góc dạng bàn quay phân độ, đầu chia độ (gọi là loại chuẩn góc toàn vòng liên tục). Nhiều loại chuẩn khác nhau nên việc dẫn xuất đến các chuẩn yêu cầu hệ thống chuẩn phải đảm bảo có đủ chuẩn phạm vi nhỏ và chuẩn toàn vòng. Hiện nay người ta chia các chuẩn góc thông dụng

ra làm hai loại chính, phổ quát tất cả các chủng loại chuẩn và phương tiện đo góc trong thực tế, đó là:

- + Chuẩn góc lớn, phạm vi góc đến 360° hoặc lớn hơn 360° (chuẩn góc toàn vòng).

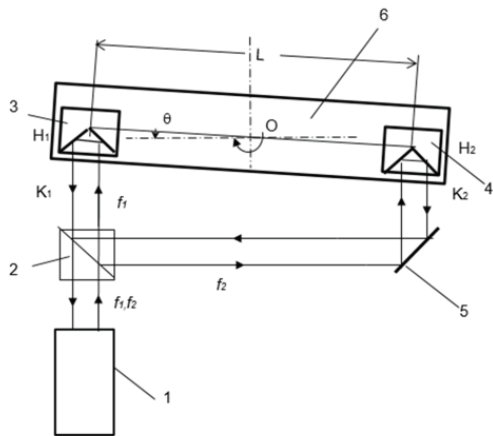
- + Chuẩn góc nhỏ, phạm vi góc nhỏ hơn 1° (chuẩn góc nhỏ).

Hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc thường là chuẩn đầu, tức là chuẩn có độ chính xác cao mà giá trị của nó không dựa vào các chuẩn khác cùng đại lượng. Do đó, các chuẩn này phải được liên kết đến định nghĩa đơn vị góc (Radian) trong hệ đơn vị quốc tế SI hoặc chuẩn tự nhiên của lĩnh vực góc là vòng tròn khép kín có giá trị độ lớn là 2π và không có sai số. Xây dựng hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc đồng thời cũng phải nghiên cứu phương pháp đánh giá, duy trì, liên kết chuẩn.

Xây dựng hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc tại Việt Nam

Hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc phải thực hiện được việc duy trì và dẫn xuất chuẩn đo lường góc, từ các chuẩn thuộc hệ thống chuẩn đo

Khoa học - Công nghệ và Đổi mới sáng tạo



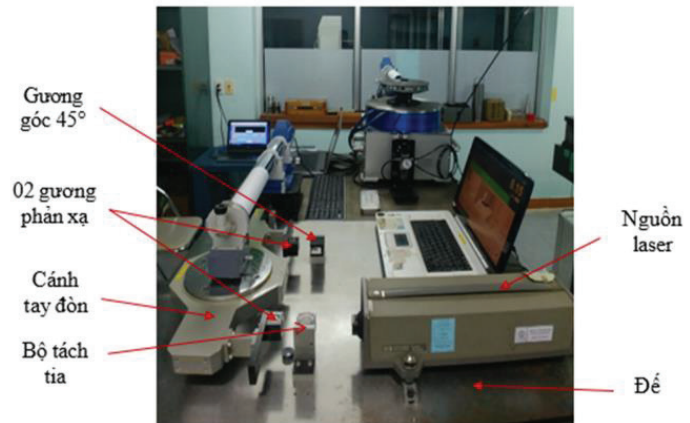
Hình 1. Sơ đồ bộ tạo góc nhỏ được xây dựng.

lường quốc gia, đơn vị góc được sao truyền xuống chuẩn, phương tiện đo góc có độ chính xác thấp hơn đáp ứng nhu cầu của cơ sở. Nghiên cứu, xây dựng chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc phải đảm bảo việc liên kết chuẩn, đánh giá được độ chính xác của chuẩn, đảm bảo độ ổn định của chuẩn. Nghiên cứu tìm hiểu về đo lường góc kết hợp với quy hoạch phát triển chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc đến 2020, Viện Đo lường Việt Nam đề xuất xây dựng hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc tại Việt Nam bao gồm:

- + Chuẩn góc nhỏ có phạm vi đo $\pm 30'$, độ không đảm bảo đo $U=0,08''$;
- + Chuẩn góc toàn vòng sử dụng đĩa chia độ kiểu gia số có độ phân giải $0,1''$, độ không đảm bảo đo $U=0,1''$;
- + Các chuẩn này phải được tích hợp thành hệ thống đáp ứng yêu cầu hiệu chuẩn;
- + Xây dựng các phương pháp sao truyền chuẩn.

Chuẩn đầu góc phẳng nhỏ

Để xây dựng chuẩn góc nhỏ, Viện Đo lường Việt Nam đã được phê duyệt thực hiện đề tài khoa học cấp bộ "Nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ chuẩn đầu góc phẳng nhỏ". Kết quả của đề tài đã chế tạo bộ chuẩn góc phẳng nhỏ sử dụng giao thoa kế laser có sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên hình 1. Chùm tia laser phát ra từ nguồn laser ổn định tần số (1) qua bộ tách tia (2) tách làm hai chùm tia có tần số là f_1 và f_2 . Tia f_1 đi vào gương H_1 (3), tia f_2 đi vào gương H_2 (4) thông qua gương góc 45° (5). Hai gương góc



Bộ tạo góc nhỏ

phản xạ (corner cube) H_1 và H_2 được gắn chặt vào cánh tay đòn, tia f_1 và f_2 sau khi phản xạ kết hợp với nhau tại bộ thu nhận tín hiệu đặt trong giao thoa kế laser. Giao thoa kế laser xác định được sự biến thiên góc thông qua sự thay đổi quang lộ K_1 và K_2 , khi xoay cánh tay đòn (6) tạo ra sự dịch chuyển gương H_1 và H_2 . Quang lộ K_2 thay đổi một lượng bằng $1/2L\sin\theta$ tương tự quang lộ K_1 cũng thay đổi một lượng bằng $1/2L\sin\theta$. Giá trị $\sin\theta$ sẽ tỷ lệ với lượng biến thiên quang lộ $K_1 - K_2$.

Bộ chuẩn đầu góc phẳng nhỏ sử dụng giao thoa kế laser được Viện Đo lường Việt Nam nghiên cứu thiết kế chế tạo được thể hiện trên hình 1 có đặc trưng kỹ thuật:

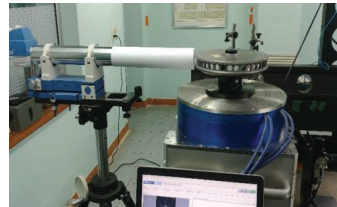
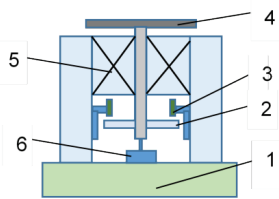
- Phạm vi đo: $\pm 30'$
- Độ không đảm bảo đo: $U=0,08''$

Chuẩn góc toàn vòng

Chuẩn góc toàn vòng được xây dựng dựa trên cơ sở liên kết chặt chẽ giữa việc sử dụng nguyên lý vòng tròn khép kín (circle closure) và phương thức chia độ trên vòng tròn đó, bao gồm cả phương pháp xác định độ chính xác của vạch chia.

Chúng tôi đã xây dựng chuẩn góc toàn vòng dựa trên cơ sở sử dụng đĩa chia độ dạng gia số thiết kế theo kiểu thiết bị mã hóa đo góc quay (Rotary Encoder - RE) do hãng E-motionsystem, Inc của Nhật Bản nghiên cứu, chế tạo. Hệ thống thiết bị bao gồm đĩa chia độ kiểu gia số 2 có 36.000 vạch chia được gắn với trục quay quanh ổ quay sử dụng đệm khí (Air Bearing) 5 thông qua cơ cấu dẫn động 6 là

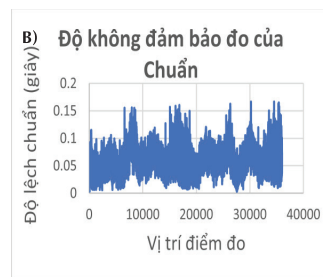
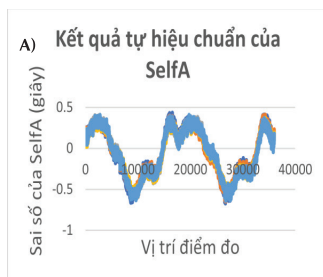
hệ chuyển động cơ điện tử chính xác. Hệ thống đầu đọc 3 bao gồm 12 đầu đọc được bố trí xung quanh vành chia độ, thông qua hệ thống điện tử nội suy và xử lý tín hiệu đo, vị trí góc quay của bàn quay 4 gắn chặt với trục quay sẽ được xác định chính xác (hình 2).



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý chuẩn góc toàn vòng. Chuẩn góc toàn vòng tại Viện Đo lường Việt Nam.

Một trong các biện pháp để đảm bảo đo lường đối với các chuẩn đo lường là tiến hành hiệu chuẩn đối với các chuẩn đo lường đó. Thông thường việc hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách so sánh với chuẩn đo lường có độ chính xác cao hơn để xác định sai số của các vạch chia. Tuy nhiên đối với các chuẩn toàn vòng, đặc biệt chuẩn toàn vòng sử dụng bộ mã hóa góc quay có thể thực hiện tự hiệu chuẩn bằng cách sử dụng nguyên lý vòng tròn khép kín bằng phương pháp trung bình phân đoạn bằng nhau (The Equal Division Average - EDA).

Chuẩn góc toàn vòng tại Viện Đo lường Việt Nam có khả năng tự hiệu chuẩn thang đo góc của chính hệ thống và đưa ra đường cong hiệu chuẩn (hình 3). Nhờ đó hệ thống có khả năng đo góc với độ không đảm bảo đo lên đến 0,1".



Hình 3A. Đường cong hiệu chuẩn của chuẩn góc toàn vòng tại Viện Đo lường Việt Nam. **Hình 3B.** Độ ổn định của chuẩn góc toàn vòng tại Viện Đo lường Việt Nam.

Hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc phẳng được công nhận tại Viện Đo lường Việt Nam có đặc trưng kỹ thuật sau:

Chuẩn quốc gia góc phẳng nhỏ - V01.02.19.01 (Chuẩn góc nhỏ - Small Angle Interferometer)		
1.1	Phạm vi đo	$\pm 30'$
1.2	Độ phân giải	0,01"
1.3	Độ không đảm bảo đo	$U=0,08''$
Chuẩn quốc gia góc phẳng toàn vòng - V01.02.19.02 (Chuẩn góc toàn vòng - Self Calibration Measuring System)		
2.1	Phạm vi đo	$\pm 360^\circ$ Quay hai chiều thuận, nghịch
2.2	Độ phân giải	0,035"
2.3	Độ không đảm bảo đo	$U=0,1''$

Ngày 13/2/2020, Bộ Khoa học và Công nghệ đã ban hành Quyết định số là 258/QĐ-BKHCN phê duyệt chuẩn đo lường quốc gia, chỉ định tổ chức giữ chuẩn quốc gia lĩnh vực góc là Phòng Đo lường độ dài (Viện Đo lường Việt Nam).

*
* *

Hiện nay, trình độ chuẩn đo lường lĩnh vực góc của Việt Nam tương đương với các chuẩn của các nước tiên tiến trên thế giới và trong khu vực như Thái Lan, Malaysia... Hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc được xây dựng theo dạng chuẩn đầu, liên kết trực tiếp đến chuẩn đầu lĩnh vực độ dài và chuẩn góc tự nhiên, điều này giúp cho chúng ta hoàn toàn làm chủ được kỹ thuật trong lĩnh vực đo lường góc phẳng, không cần phải hiệu chuẩn tại nước ngoài.

Xây dựng hệ thống chuẩn đo lường quốc gia lĩnh vực góc phẳng tạo điều kiện cho việc tham gia thỏa thuận toàn cầu (MRA) về đo lường lĩnh vực góc xin công nhận năng lực hiệu chuẩn (CMCs) các phép hiệu chuẩn góc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bùi Quốc Thụ (2007), *Nghiên cứu thiết kế chế tạo bộ chuẩn đầu góc phẳng nhỏ*, Báo cáo tổng hợp đề tài.
 [2] Từ vựng quốc tế về Đo lường học - Khái niệm, thuật ngữ chung và cơ bản, TCVN 6165 : 2009.
 [3] W. Tyler Estler (1998), "Uncertainty Analysis for Angle Calibrations Using Circle Closure", *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, **103(2)**.
 [4] Tsukasa Watanabe, Hiroyuki Fujimoto, Tadashi Masuda (2005), "Self - Calibratable Rotary Encoder", *Journal of Physics*, **13**, pp.240-245.