

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7011-7:2013

ISO 230-7:2006

QUI TẮC KIỂM MÁY CÔNG CỤ - PHẦN 7: ĐỘ CHÍNH XÁC HÌNH HỌC CỦA CÁC TRỤC TÂM CỦA CHUYỂN ĐỘNG QUAY

Test code for machine tools - Part 7: Geometric accuracy of axes of rotation

Lời nói đầu

TCVN 7011-7:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 230-7:2006.

TCVN 7011-7:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 39 Máy công cụ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 7011 (ISO 230) Quy tắc kiểm máy công cụ bao gồm các phần sau:

- TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) *Phần 1: Độ chính xác hình học của máy khi vận hành trong điều kiện không tải hoặc gia công tĩnh;*
- TCVN 7011-2:2007 (ISO 230-2:1997) *Phần 2: Xác định độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của trục điều khiển số;*
- TCVN 7011-3:2007 (ISO 230-3:2001) *Phần 3: Xác định các ảnh hưởng nhiệt;*
- TCVN 7011-4:2013 (ISO 230-4:2005) *Phần 4: Kiểm độ tròn cho máy công cụ điều khiển số;*
- TCVN 7011-5:2007 (ISO 230-5:2000) *Phần 5: Xác định tiếng ồn do máy phát ra;*
- TCVN 7011-6:2007 (ISO 230-6:2002) *Phần 6: Xác định độ chính xác định vị theo các đường chéo khối và đường chéo bề mặt (Kiểm sự dịch chuyển theo đường chéo);*
- TCVN 7011-7:2013 (ISO 230-7:2006) *Phần 7: Độ chính xác hình học của các trục tâm của chuyển động quay;*
- TCVN 7011-8:2013 (ISO/TR 230-8:2010) *Phần 8: Rung động;*
- TCVN 7011-9:2013 (ISO/TR 230-9:2005) *Phần 9: Ước lượng độ không đảm bảo đo cho các phép kiểm máy công cụ theo bộ TCVN 7011 (ISO 230), công thức cơ bản.*

Bộ ISO 230 Quy tắc kiểm máy công cụ còn có các phần sau:

- ISO 230-10:2011 *Part 10: Determination of the measuring performance of probing systems of numerically controlled machine tools;*
- ISO/WD TR 230-11 *Part 11: Measuring instruments and their application to machine tool geometry.*

QUI TẮC KIỂM MÁY CÔNG CỤ - PHẦN 7: ĐỘ CHÍNH XÁC HÌNH HỌC CỦA CÁC TRỤC TÂM CỦA CHUYỂN ĐỘNG QUAY

Test code for machine tools - Part 7: Geometric accuracy of axes of rotation

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các phương pháp quy định đặc tính kỹ thuật và phương pháp kiểm độ chính xác hình học của các trục tâm của chuyển động quay (sau đây gọi là trục tâm quay) được sử dụng trong các máy công cụ. Các trục chính, các đầu chuyển động quay, các bàn chuyển động quay và xoay của các máy công cụ tạo thành các trục tâm quay, tất cả các trục tâm này đều có các chuyển động không theo dự định trong không gian do kết quả của nhiều nguồn sai số.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các tính chất sau của các trục chính:

- Trục tâm của chuyển động quay có sai số;
- Sự dịch chuyển của trục tâm do tốc độ.

Các tính chất quan trọng khác của trục chính như sự dịch chuyển của trục tâm do nhiệt và sự dịch chuyển của trục tâm do thay đổi của nhiệt độ môi trường được đề cập trong TCVN 7011-3 (ISO 230-3).

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các tính chất sau của trục chính:

- Độ chính xác định vị góc (xem TCVN 7011-1 (ISO 230-1) và TCVN 7011 -2 (ISO 230-2));
- Độ đảo của các bề mặt và bộ phận (xem TCVN 7011-1 (ISO 230-1));
- Đặc tính kỹ thuật của mặt phân cách giá dao;
- Các đại lượng đo rung quán tính (xem TCVN 7011-8 (ISO 230-8));
- Các đại lượng đo tiếng ồn (xem TCVN 7011-5 (ISO 230-5));
- Dải tốc độ quay và độ chính xác (xem ISO 10791-6 và ISO 13041-6);
- Các phép đo hoặc phương pháp cân bằng (xem ISO 1940-1 và ISO 6103);
- Tổn thất chạy không tải (tổn thất công suất);
- Độ trôi do nhiệt (xem TCVN 7011-3 (ISO 230-3)).

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 1: Độ chính xác hình học của máy khi vận hành trong điều kiện không tải hoặc gia công tinh;*

TCVN 7011-2 (ISO 230-2) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 2: Xác định độ chính xác và khả năng lặp lại định vị của trục điều khiển số;*

TCVN 7011-3 (ISO 230-3) *Qui tắc kiểm máy công cụ - Phần 3: Xác định các ảnh hưởng của nhiệt;*

ISO 841:2001, *Industrial automation systems and integration - Numerical control of machines - Coordinate system and motion nomenclature (Các hệ thống và tổ hợp tự động trong công nghiệp - Điều khiển số của máy - Hệ thống tọa độ và danh mục chuyển động).*

3. Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1. Khái niệm chung

3.1.1. Cụm trục chính (spindle unit)

Bộ phận cung cấp một trục tâm quay.

CHÚ THÍCH: Các bộ phận khác như bàn quay, ngỗng trục và mũi tâm quay được bao gồm trong định nghĩa này.

3.1.2. Trục chính (spindle)

Phần quay (rotor)

Thành phần quay của cụm trục chính.

3.1.3. Hốc trục chính (spindle housing)

Phần tĩnh (stator)

Thành phần tĩnh tại của cụm trục chính.

3.1.4. Ổ trục (bearing)

Thành phần của cụm trục chính dùng để đỡ trục chính (phần quay) và cho phép chuyển động quay giữa trục chính và hốc trục chính.

3.1.5. Trục tâm quay (axis of rotation)

Đoạn thẳng quanh nó xảy ra chuyển động quay.

Xem Hình 1a).

CHÚ THÍCH: Thông thường, trong chuyển động quay, đoạn thẳng này tịnh tiến (hướng kính và chiều trục) và nghiêng trong hệ tọa độ chuẩn do độ không chính xác của các ổ trục và mặt tựa ổ trục, chuyển động của kết cấu hoặc sự dịch chuyển của trục tâm như đã chỉ ra trên các Hình 1a) và b).

3.1.6. Các trục của hệ tọa độ chuẩn (reference coordinate axes)

Các trục X, Y, và Z vuông góc với nhau và cố định đối với một vật thể (đối tượng) xác định.

Xem Hình 1a).

CHÚ THÍCH: Vật thể xác định có thể là cố định hoặc quay.

3.1.7. Chiều dương (positive direction)

Theo ISO 841, chiều chuyển động làm tăng kích thước dương của chi tiết gia công.

3.1.8. Trục chính hoàn hảo (perfect spindle)

Trục chính không có chuyển động có sai số của trục tâm quay của nó so với đường trục trung bình (của trục chính).

3.1.9. Chi tiết gia công hoàn hảo (perfect workpiece)

Vật thể rắn có một bề mặt quay hoàn hảo quanh một đường tâm.

3.1.10. Đường trục trung bình (axis average line)

Một đoạn thẳng được định vị theo các trục của hệ tọa độ chuẩn biểu thị vị trí trung bình của trục tâm quay.

Xem Hình 1a).

CHÚ THÍCH 1: Đường trục trung bình là một thuật ngữ hữu ích cho mô tả các thay đổi về vị trí của một trục tâm quay đáp lại các thay đổi của tải trọng, nhiệt độ hoặc tốc độ.

CHÚ THÍCH 2: Trừ khi có quy định khác, đường trục trung bình nên được xác định bằng tính toán tâm bình phương nhỏ nhất của hai tập hợp dữ liệu của chuyển động có sai số hướng kính được lấy ở các vị trí riêng biệt dọc trục (xem 3.4).

CHÚ THÍCH 3: ISO 841 định nghĩa trục Z của một máy là trục "song song với trục chính chính của máy". Điều này ngụ ý rằng trục Z của máy song song với đường trục trung bình của trục chính chính. Tuy nhiên vì định nghĩa về đường trục trung bình cũng áp dụng cho các trục chính khác và các trục tâm quay cho nên, thông thường không phải tất cả các trục tâm quay đều song song với trục Z của máy. Một đường trục trung bình chỉ nên song song với trục Z của máy nếu nó gắn liền với trục chính chính của máy.

3.1.11. Sự dịch chuyển của trục tâm (axis shift)

Sự dịch chuyển tương đối gần như tĩnh giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công của đường trục trung bình do thay đổi các điều kiện.

Xem Hình 1c).

CHÚ THÍCH: Các nguyên nhân của sự dịch chuyển của trục tâm bao gồm dịch chuyển do nhiệt, các thay đổi của tải trọng, các thay đổi của tốc độ.

3.1.12. Cảm biến dịch chuyển (displacement sensor)

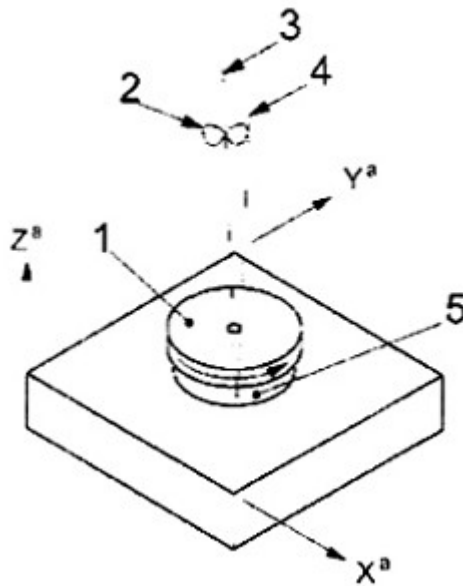
Thiết bị đo dịch chuyển giữa hai đối tượng quy định.

VÍ DỤ: Dụng cụ đo điện dung, biến áp vi sai biến đổi tuyến tính (LVDT), đầu dò dòng xoáy, giao thoa kế laser, dụng cụ đo có chỉ báo bằng số.

3.1.13. Vòng cấu trúc (structural loop)

Cụm các bộ phận duy trì vị trí tương đối giữa hai đối tượng quy định.

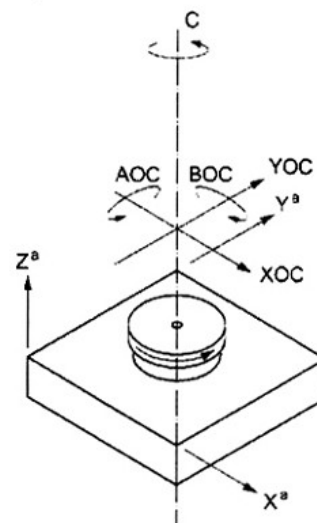
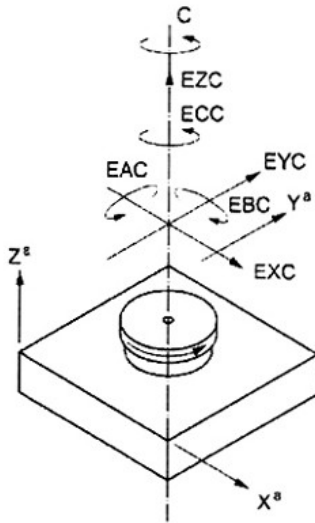
CHÚ THÍCH: Một cặp điển hình của các đối tượng quy định là dụng cụ cắt và chi tiết gia công, vòng cấu trúc có thể bao gồm trục chính, các ổ trục và hốc trục chính, ụ trước của máy, đường hướng và thân máy, dụng cụ cắt và đồ gá kẹp chặt.



CHÚ DẪN:

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. Trục chính (phần quay) | 4. Trục tâm quay (tại góc C) |
| 2. Chuyển động có sai số của trục tâm quay (trước góc C) | 5. Hốc trục chính (phần tĩnh) |
| 3. Đường trục trung bình | |

a) Các trục của hệ tọa độ chuẩn, trục tâm quay, đường trục trung bình và chuyển động có sai số của trục chính



CHÚ DẪN:

EXC Chuyển động hướng kính theo chiều X
EYC Chuyển động hướng kính theo chiều Y
EZC Chuyển động chiều trục
EAC Chuyển động nghiêng quanh trục X
EBC Chuyển động nghiêng quanh trục Y
ECC Sai số định vị góc

CHÚ DẪN

XOC Vị trí của C
YOC Vị trí của C
AOC Vuông góc của C với Y
BOC Vuông góc của C' với X

^a Trục chuẩn

b) Các chuyển động có sai số của trục tâm quay

c) Các sai số vị trí (độ dịch chuyển của trục tâm) của đường trục trung bình

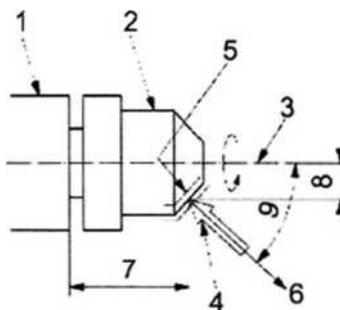
Hình 1 - Các trục của hệ tọa độ chuẩn, trục tâm quay, đường trục trung bình và chuyển động có sai số của trục chính được chỉ ra đối với trục chính C hoặc trục tâm quay C

3.1.14. Hướng cảm biến (sensitive direction)

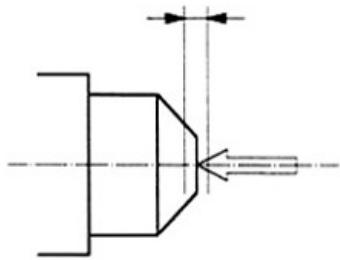
Hướng vuông góc với bề mặt của chi tiết gia công hoàn hảo đi qua điểm gia công hoặc điểm đo tức thời.

Xem Hình 2.

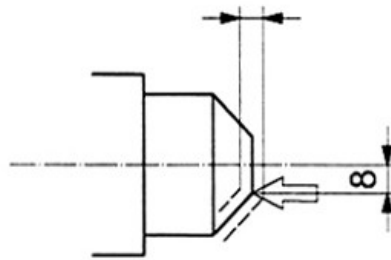
CHÚ THÍCH: Đối với một hướng cảm biến cố định, các kết quả đo dịch chuyển tương đối giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công tương đương với sai số hình dạng của bề mặt được gia công của chi tiết gia công.



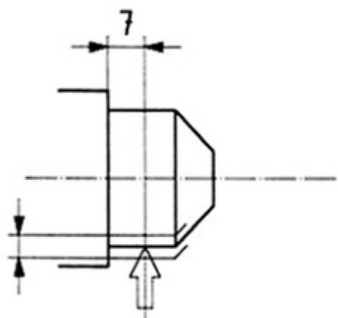
a) Trường hợp chung của chuyển động có sai số



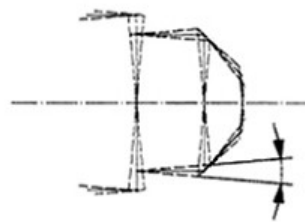
b) Chuyển động có sai số chiều (đọc) trực



c) Chuyển động có sai số mặt đầu (mặt mút)



d) Chuyển động có sai số hướng kính



e) Chuyển động có sai số nghiêng

CHÚ DẪN:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Trục chính | 6. Hướng cảm biến |
| 2. Chi tiết gia công hoàn hảo | 7. Vị trí chiều trực |
| 3. Đường trục trung bình | 8. Vị trí đường kính |
| 4. Cảm biến dịch chuyển | 9. Góc xác định hướng cảm biến |
| 5. Chuyển động có sai số | |

Hình 2 - Trường hợp chung của chuyển động có sai số và các chuyển động có sai số chiều trực, mặt đầu, hướng kính và nghiêng đối với hướng cảm biến cố định

3.1.15. Chiều không cảm biến (non-sensitive direction)

Bất cứ chiều nào vuông góc với hướng cảm biến.

3.1.16. Hướng cảm biến cố định (fixed sensitive direction)

Hướng cảm biến ở đó chi tiết gia công được quay bởi trục chính và điểm gia công hoặc điểm đo cố định.

3.1.17. Hướng cảm biến quay (rotating sensitive direction)

Hướng cảm biến ở đó chi tiết gia công cố định và điểm gia công hoặc điểm đo quay cùng với trục chính.

CHÚ THÍCH: Máy tiện có hướng cảm biến cố định, máy doa tọa độ có hướng cảm biến quay.

3.1.18. Độ đảo (runout)

Dịch chuyển tổng đo được bằng cảm biến dịch chuyển áp vào một bề mặt di động hoặc được chuyển động đối với một bề mặt cố định.

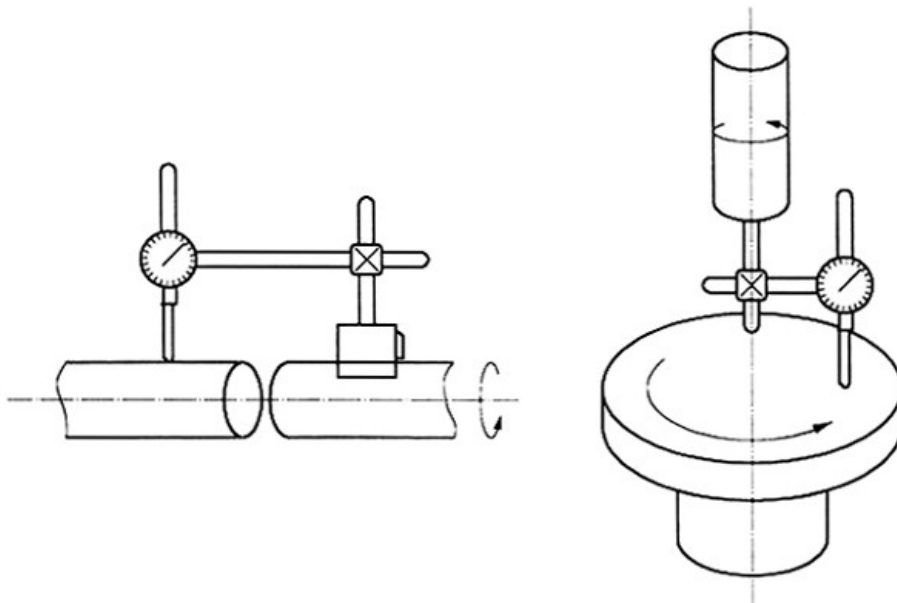
CHÚ THÍCH 1: Đối với độ đảo của một bộ phận tại một tiết diện đã cho, xem 5.6.1.1.4, TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996).

CHÚ THÍCH 2: Các thuật ngữ "TIR" (số đọc tổng của dụng cụ chỉ báo - total indicator reading) và "FIM" (chuyển động đầy đủ của dụng cụ chỉ báo - full indicator movement) tương đương với độ đảo.

3.1.19. Độ đảo của điểm tĩnh định (stationary point runout)

Dịch chuyển tổng đo được bằng cảm biến dịch chuyển áp vào một điểm trên một bề mặt quay có chuyển động ngang không đáng kể so với cảm biến khi cả cảm biến và bề mặt quay cùng với nhau.

Xem Hình 3.



Hình 3 - Các sơ đồ ứng dụng mẫu về sử dụng độ đảo của điểm tĩnh tại (kiểm hướng kính đối với độ đồng tâm và kiểm mặt đầu đối với độ song song)

3.1.20. Độ vuông góc (squareness)

Độ trực giao (perpendicularity)

Quan hệ góc giữa hai mặt phẳng, hai đường thẳng hoặc một đường thẳng và một mặt phẳng trong đó sai lệch góc so với 90° không vượt quá một giá trị đã cho.

CHÚ THÍCH: Một bề mặt phẳng là "vuông góc" với một trục tâm quay nếu nhận được các tâm profile trùng nhau trên một biểu đồ cực của chuyển động dọc trục và mặt đầu hoặc hai biểu đồ cực của chuyển động mặt đầu ở các bán kính khác nhau. Đối với máy công cụ, độ vuông góc của chuyển động ám chỉ các vị trí liên tiếp trên quỹ đạo của một điểm chức năng trên một bộ phận di động của máy so với một mặt phẳng (bộ phận đỡ hoặc đường hướng), một đường thẳng (đường trục hoặc giao tuyến của hai mặt phẳng) hoặc quỹ đạo của một điểm chức năng trên một bộ phận di động khác. Xem 5.5, TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996).

3.1.21. Hành trình tự do (khe hở) (play)

Trạng thái độ cứng vững bằng không trên một phạm vi giới hạn của độ dịch chuyển do khe hở giữa các thành phần của một vòng cấu trúc.

3.1.22. Tính trễ (hysteresis)

Dịch chuyển tịnh tiến (hoặc góc) giữa hai đối tượng do sự tác động hoặc loại bỏ tuần tự các lực (hoặc mômen) bằng nhau theo các chiều đối diện.

CHÚ THÍCH: Tính trễ gây ra bởi các cơ cấu, như khe hở của truyền động, khe hở của đường hướng, biến dạng cơ học và các mối nối bị lỏng.

3.1.22.1. Tính trễ thiết lập (setup hysteresis)

Tính trễ của các bộ phận khác nhau trong một thiết lập kiểm, thường là do các mối nối cơ khí bị lỏng.

3.1.22.2. Tính trễ của máy (machine hysteresis)

Tính trễ của kết cấu máy khi chịu tác động của các tải trọng riêng.

3.2. Chuyển động có sai số (error motion)

Dịch chuyển tương đối không được dự định (của trục tâm quay) theo hướng cảm biến giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công.

CHÚ THÍCH: Các chuyển động có sai số được quy định bởi vị trí và hướng như được thể hiện trên Hình 2a) và không bao gồm các chuyển động do sự dịch chuyển trục tâm liên quan đến các thay đổi về nhiệt độ, tải hoặc tốc độ quay.

3.2.1. Trục tâm của chuyển động quay có sai số (axis of rotation error motion)

Các thay đổi về vị trí và hướng của trục tâm quay so với đường trục trung bình của nó là một hàm số của góc quay trục chính.

CHÚ THÍCH: Có thể đo chuyển động có sai số này như là các chuyển động của bề mặt của một vật mẫu kiểm hình trụ hoặc hình cầu hoàn hảo có đường tâm trùng với trục tâm quay.

3.2.2. Chuyển động có sai số của kết cấu (structural error motion)

Chuyển động có sai số do sự kích thích bên trong hoặc bên ngoài và chịu ảnh hưởng của độ đàn hồi, khối lượng và sự cản rung của vòng cấu trúc.

Xem 3.6.

3.2.3. Chuyển động có sai số của ổ trục (bearing error motion)

Chuyển động có sai số do ổ trục không hoàn hảo.

CHÚ THÍCH: Xem Phụ lục A.

3.2.4. Chuyển động có sai số tổng (total error motion)

Chuyển động có sai số toàn bộ ghi được gồm các thành phần chuyển động có sai số đồng bộ và không đồng bộ của trục chính và kết cấu.

3.2.5. Chuyển động có sai số tĩnh (static error motion)

Trường hợp đặc biệt của chuyển động có sai số trong đó chuyển động có sai số được lấy mẫu với trục chính đứng yên ở một loạt các vị trí quay riêng biệt.

CHÚ THÍCH: Đại lượng này được sử dụng để đo chuyển động có sai số loại trừ bất cứ các ảnh hưởng động lực nào.

3.2.6. Chuyển động có sai số đồng bộ (synchronous error motion)

Phần của chuyển động có sai số tổng xảy ra ở các bội số nguyên của tần số quay.

CHÚ THÍCH: Đây là đường bao trung bình của biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng trên số vòng quay.

3.2.7. Chuyển động có sai số cơ bản (fundamental error motion)

Phần của chuyển động có sai số tổng xảy ra ở tần số quay của trục chính.

3.2.8. Chuyển động có sai số đồng bộ còn dư (residual synchronous error motion)

Phần của chuyển động có sai số đồng bộ xảy ra ở các bội số nguyên của tần số quay khác với tần số quay cơ bản.

3.2.9. Chuyển động có sai số không đồng bộ (asynchronous error motion)

Phần của chuyển động có sai số tổng xảy ra ở các tần số khác với các bội số nguyên của tần số quay.

CHÚ THÍCH 1: Chuyển động có sai số không đồng bộ là các sai lệch của chuyển động có sai số tổng so với chuyển động có sai số đồng bộ.

CHÚ THÍCH 2: Chuyển động có sai số không đồng bộ gồm có các thành phần chuyển động có sai số.

a) Không có chu kỳ;

b) Có chu kỳ, nhưng xảy ra ở các tần số khác với tần số quay của trục chính và các bội số nguyên của nó, và

c) Có chu kỳ ở các tần số là hài bậc ba (điều hòa bậc hai) của tần số quay của trục chính.

3.2.10. Chuyển động có sai số hướng kính (radial error motion)

Chuyển động có sai số theo chiều vuông góc với đường trục trung bình và tại một vị trí chiều trục quy định.

Xem Hình 2d).

CHÚ THÍCH 1: Chuyển động có sai số này có thể được đo giống như các chuyển động theo phương hướng kính của bề mặt của một vật mẫu kiểm hình cầu hoặc trụ hoàn hảo với đường tâm của nó trùng với trục tâm quay.

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ "độ đảo hướng kính" có một nghĩa đã được chấp nhận, bao gồm cả sai số do định tâm và độ không tròn của chi tiết gia công, và vì vậy nó không tương đương với chuyển động có sai số hướng kính.

3.2.11. Chuyển động có sai số hướng kính thuần túy (pure radial error motion)

Chuyển động có sai số trong đó trục tâm quay luôn song song với đường trục trung bình và chuyển động vuông góc với đường trục trung bình theo hướng cảm biến.

CHÚ THÍCH: Chuyển động có sai số hướng kính thuần túy chỉ là khái niệm của chuyển động có sai số hướng kính khi không có chuyển động có sai số nghiêng. Không nên cố thử đo sai số này.

3.2.12. Chuyển động có sai số nghiêng (tilt error motion)

Chuyển động có sai số theo chiều tạo thành một góc so với đường trục trung bình.

Xem Hình 2e).

CHÚ THÍCH 1: Có thể đánh giá chuyển động này bằng cách đo đồng thời chuyển động có sai số hướng kính trong hai mặt phẳng hướng kính riêng biệt cách nhau một khoảng dọc theo đường trục trung bình.

CHÚ THÍCH 2: Các sai số "tạo côn", "lắc lư", "đảo", "tạo tháp" là các thuật ngữ không ưa dùng đối với chuyển động có sai số nghiêng.

CHÚ THÍCH 3: Thuật ngữ "chuyển động có sai số nghiêng" đã được lựa chọn thay vì "chuyển động có sai số góc" để tránh nhầm lẫn với chuyển động quay quanh trục hoặc với sai số định vị góc của các bộ phận như các bàn quay.

3.2.13. Chuyển động có sai số chiều trục (axial error motion)

Chuyển động có sai số đồng trục với đường trục trung bình.

Xem Hình 2b).

CHÚ THÍCH 1: Có thể đo chuyển động này như là các chuyển động theo chiều trục dọc theo đường trục trung bình của bề mặt một đĩa phẳng hoàn hảo hoặc vật mẫu kiểm hình cầu có đường tâm trùng với trục tâm quay.

CHÚ THÍCH 2: "Trượt chiều trục", "độ đảo mặt đầu", "sai số dạng pittông", "đảo xiên vẹo" là các

thuật ngữ không ưa dùng cho chuyển động có sai số chiều trục.

3.2.14. Chuyển động có sai số mặt đầu (face error motion)

Chuyển động có sai số song song với đường trục trung bình ở một vị trí hướng kính quy định.

Xem Hình 2c).

CHÚ THÍCH: Chuyển động có sai số mặt đầu là tổ hợp của các chuyển động có sai số chiều trục và nghiêng. Thuật ngữ “độ đảo mặt đầu” có nghĩa đã được thừa nhận tương tự như “độ đảo hướng kính” và vì vậy không tương đương với chuyển động có sai số mặt đầu.

3.2.15. Đo chuyển động có sai số (error motion measurement)

Hồ sơ đo chuyển động có sai số bao gồm tất cả các thông tin thích hợp về máy, dụng cụ đo và các điều kiện kiểm.

3.3. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số (error motion polar plot)

Sự biểu thị các chuyển động có sai số của các trục tâm quay được tạo ra bằng cách vẽ biểu đồ dịch chuyển theo góc quay của trục chính.

Xem Hình 4.

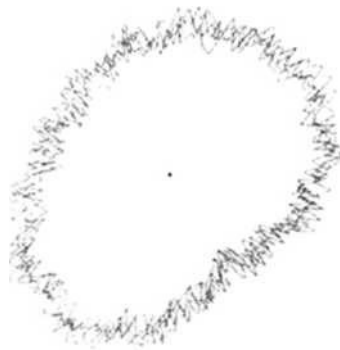
3.3.1. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng (total error motion polar plot)

Biểu đồ cực của toàn bộ chuyển động có sai số đã ghi được.

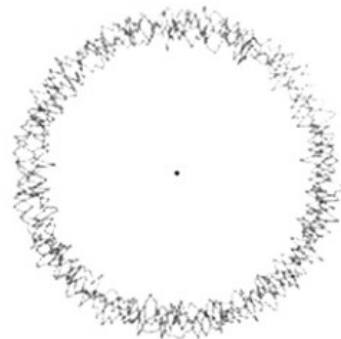
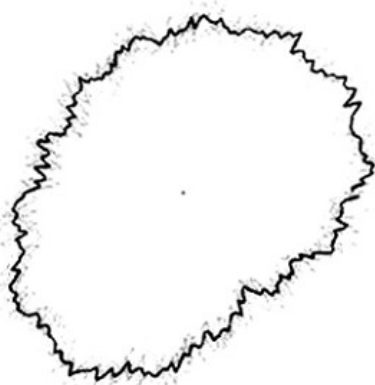
3.3.2. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ (synchronous error motion polar plot)

Biểu đồ cực của các thành phần chuyển động có sai số có các tần số là các bội số nguyên của tần số quay.

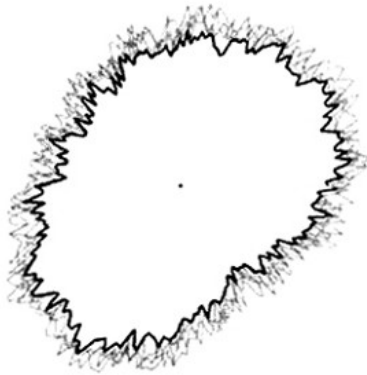
CHÚ THÍCH: Có thể chấp nhận việc lập biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ bằng cách tính trung bình biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng.



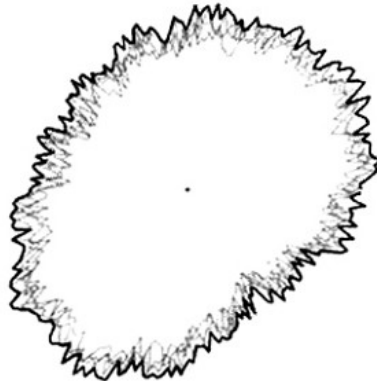
a) Chuyển động có sai số tổng



b) Chuyển động có sai số đồng bộ



c) Chuyển động có sai số không đồng bộ



d) Chuyển động có sai số trong

e) Chuyển động có sai số ngoài

Hình 4 - Các biểu đồ cực của chuyển động có sai số

3.3.3. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số không đồng bộ (asynchronous error motion polar plot)

Biểu đồ cực của phần chuyển động có sai số tổng xảy ra ở các tần số không phải là các bội số nguyên của tần số quay.

3.3.4. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số cơ bản (fundamental error motion polar plot)

Đường tròn phù hợp nhất đi qua biểu đồ cực của chuyển động có sai số chiều trục đồng bộ hoặc mặt đầu quanh một tâm pôlin cực đã quy định.

3.3.5. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số chiều trục (axial error motion polar plot)

Biểu đồ cực của chuyển động có sai số chiều trục bao gồm cả các chuyển động có sai số chiều trục đồng bộ và không đồng bộ còn dư.

3.3.6. Biểu đồ cực chuyển động có sai số đồng bộ còn dư (residual synchronous error motion polar plot)

Biểu đồ cực của phần chuyển động có sai số đồng bộ xảy ra ở các tần số khác các tần số cơ bản.

CHÚ THÍCH: Sự phân chia chuyển động có sai số đồng bộ thành các thành phần cơ bản và còn dư chỉ áp dụng cho các chuyển động có sai số chiều trục và mặt đầu. Theo các chiều hướng kính và nghiêng, chuyển động có sai số cơ bản không xuất hiện - giá trị đo được xảy ra ở tần số cơ bản không phải là một đặc tính của trục tâm quay.

3.3.7. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số trong (inner error motion polar plot)

Đường bao của ranh giới phía trong của biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng.

3.3.8. Biểu đồ cực của chuyển động có sai số ngoài (outer error motion polar plot)

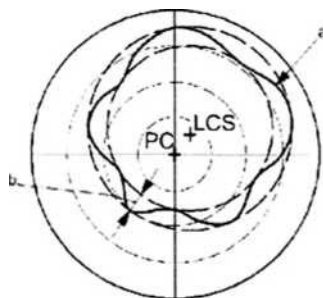
Đường bao của ranh giới bên ngoài của biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng.

3.4. Tâm của chuyển động có sai số (error motion centre)

Tâm được xác định để đánh giá các biểu đồ cực của chuyển động có sai số.

Xem Hình 5.

CHÚ THÍCH: Bảng 1 trình bày các tâm được ưu tiên sử dụng để đánh giá các giá trị chuyển động có sai số. Nếu không quy định tâm thì tâm ưu tiên được thừa nhận.



^a Biểu đồ cực của chuyển động có sai số

^b Giá trị của chuyển động có sai số đối với tâm LSC (đường tròn xác định theo phương pháp bình phương nhỏ nhất).

Hình 5 - Biểu đồ cực của chuyển động có sai số, tâm PC (biểu đồ cực) và tâm LSC (đường tròn bình phương nhỏ nhất) và giá trị của chuyển động có sai số đối với tâm LSC

Bảng 1 - Tâm ưu tiên của các loại chuyển động có sai số

Loại chuyển động có sai số	Tâm ưu tiên
Chuyển động có sai số hướng kính	Tâm LSC
Chuyển động có sai số nghiêng	Tâm LSC
Chuyển động có sai số chiều trục	Tâm PC
Chuyển động có sai số mặt đầu	Tâm PC

3.4.1. Tâm biểu đồ cực, tâm PC (polar chart centre, PC centre)

Tâm của biểu đồ cực.

3.4.2. Tâm prôfin cực (polar profile centre)

Tâm thu được từ prôfin cực bằng phương pháp toán học hoặc phương pháp đồ thị.

3.4.3. Tâm đường tròn xác định bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, tâm LSC (least-squares circle centre, LSC centre)

Tâm của một đường tròn làm giảm tới mức nhỏ nhất tổng số các bình phương của một số lượng thích hợp các sai lệch hướng kính cách đều nhau được đo từ tâm tới biểu đồ cực của chuyển động có sai số.

3.4.4. Tâm chia tách nhỏ nhất theo chiều hướng kính, tâm MRS (minimum radial separation centre, MRS centre)

Tâm làm giảm tới mức nhỏ nhất khoảng chênh lệch theo hướng kính yêu cầu có chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số giữa hai đường tròn đồng tâm.

3.4.5. Tâm đường tròn nội tiếp lớn nhất, tâm MIC (maximum inscribed circle centre, MIC centre)

Tâm của đường tròn lớn nhất có thể vẽ được trong biểu đồ cực của chuyển động có sai số.

3.4.6. Tâm đường tròn ngoại tiếp nhỏ nhất, tâm MCC (minimum circumscribed circle centre, MCC centre)

Tâm đường tròn nhỏ nhất sẽ chứa vừa đúng biểu đồ cực của chuyển động có sai số.

CHÚ THÍCH 1: Trừ khi có quy định khác, tâm prôfin cực được xác định bằng biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ.

CHÚ THÍCH 2: Một chi tiết gia công được định tâm với sai số định tâm bằng không (0) khi tâm của biểu đồ cực trùng với tâm prôfin cực đã chọn.

3.5. Giá trị của chuyển động có sai số (error motion value)

Đánh giá độ lớn của một thành phần chuyển động có sai số trên một số vòng quay quy định.

CHÚ THÍCH: Trong hầu hết các trường hợp, một giá trị chuyển động có sai số bằng hiệu số các bán kính của hai đường tròn đồng tâm sẽ bao bọc vừa đúng biểu đồ cực của chuyển động có sai số tương ứng và giá trị thu được phụ thuộc vào vị trí của tâm chung của hai đường tròn này. Các định nghĩa 3.5.1 đến 3.5.7 được trình bày dưới dạng các biểu đồ cực để giúp hiểu biết hiện tượng và các tính toán. Phân tích toán học cho phép tính toán các giá trị mà không cần phải vẽ các biểu đồ cực.

3.5.1. Giá trị chuyển động có sai số tổng (total error motion value)

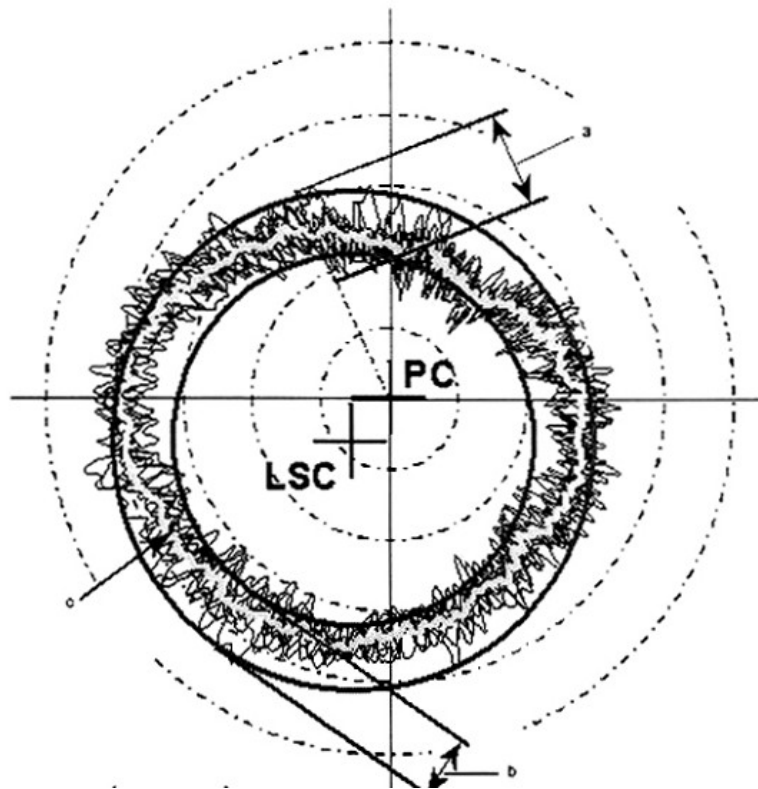
Hiệu số có tỷ lệ của các bán kính của hai đường tròn đồng tâm từ một tâm của chuyển động có sai số được quy định vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng.

CHÚ THÍCH: Bốn giá trị chuyển động có sai số tổng được định nghĩa: chuyển động có sai số hướng kính tổng, chuyển động có sai số nghiêng tổng, chuyển động có sai số chiều trục tổng và chuyển động có sai số mặt đầu tổng.

3.5.2. Giá trị chuyển động có sai số đồng bộ (synchronous error motion value)

Hiệu số có tỷ lệ của các bán kính của hai đường tròn đồng tâm từ một tâm của chuyển động có sai số được quy định vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ.

Xem hình 6



^a Giá trị chuyển động có sai số không đồng bộ

^b Giá trị chuyển động có sai số đồng bộ

^c Biểu đồ chuyển động có sai số đồng bộ

Hình 6 - Biểu đồ cực của chuyển động có sai số, các giá trị của chuyển động có sai số không đồng bộ và đồng bộ

3.5.3. Giá trị chuyển động có sai số không đồng bộ (asynchronous error motion value)

Chiều rộng lớn nhất có tỷ lệ của biểu đồ cực của chuyển động có sai số không đồng bộ được đo dọc theo một đường hướng kính đi qua tâm của profin cực quy định.

Xem Hình 6.

CHÚ THÍCH: Giá trị chuyển động có sai số không đồng bộ được xác định từ biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng như là chiều rộng hướng kính lớn nhất của "đài mây" tại một vị trí góc bất kỳ quanh chu vi. Đây là phép đo duy nhất không dùng các đường tròn đồng tâm, vì nó đòi hỏi sự thay đổi hướng kính quanh toàn bộ chu vi. Để bảo đảm hoàn toàn đúng, giá trị chuyển động có sai số không đồng bộ cần được đo dọc theo một đường hướng kính từ tâm của biểu đồ cực (PC) như là từ tâm thích hợp nhất, cho dù phép đo này trái ngược với phép đo có cảm giác là đúng (xem Hình 6).

3.5.4. Giá trị chuyển động có sai số chiều trục cơ bản (fundamental axial error motion value)

Giá trị tương đương với hai lần khoảng cách có tỷ lệ giữa tâm của biểu đồ cực (PC) và một tâm profin cực quy định của biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ.

CHÚ THÍCH 1: Có thể lựa chọn đây là biên độ của thành phần tần số quay.

CHÚ THÍCH 2: Không có giá trị chuyển động có sai số hướng kính cơ bản - theo chiều hướng kính, chuyển động có sai số xảy ra ở tần số quay được gây ra bởi một vật mẫu chuẩn ở ngoài tâm và không phải là đặc tính của trục tâm quay.

3.5.5. Giá trị chuyển động có sai số đồng bộ còn dư (residual synchronous error motion value)

Hiệu số có tỷ lệ của các bán kính của hai đường tròn đồng tâm từ một tâm của chuyển động có sai số được quy định vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ còn dư.

3.5.6. Giá trị chuyển động có sai số trong (inner error motion value)

Hiệu số có tỷ lệ của các bán kính của hai đường tròn đồng tâm từ một tâm của các chuyển động có sai số được quy định vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số trong.

3.5.7. Giá trị chuyển động có sai số ngoài (outer error motion value)

Hiệu số có tỷ lệ của các bán kính của hai đường tròn đồng tâm từ một tâm của chuyển động có sai số được quy định vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số ngoài.

3.6. Chuyển động có sai số của kết cấu (structural error motion)

Chuyển động có sai số do sự kích thích bên trong hoặc bên ngoài và chịu ảnh hưởng của độ đàn hồi, khối lượng và sự cản rung của vòng cấu trúc.

CHÚ THÍCH: Chuyển động có sai số của kết cấu có thể tác động lại đối với chuyển động quay của trục chính và có thể ảnh hưởng đến các phép đo.

3.6.1. Chuyển động có sai số của kết cấu với trục chính quay (structural error motion with rotating spindle)

Chuyển động của một thành phần của vòng cấu trúc so với thành phần khác, được đo trong khi trục chính quay.

CHÚ THÍCH: Trong một số máy, hệ thống dẫn động của trục chính có thể truyền các sai lệch lớn cho kết cấu.

3.6.2. Chuyển động có sai số của kết cấu với trục chính không quay (structural error motion with non-rotating spindle)

Chuyển động của một hoặc nhiều thành phần của vòng kết cấu so với trục tâm quay, được đo trong khi trục chính không quay.

CHÚ THÍCH: Trong nhiều ứng dụng, điều quan trọng là phải cách ly các nguồn chuyển động của

kết cấu với các nguồn bên ngoài, nghĩa là các bơm chất làm mát hoặc bơm thủy lực hoặc sự kích thích do rung của sàn gây ra.

3.6.3. Biểu đồ của chuyển động có sai số của kết cấu (structural error motion plot)

Biểu đồ dịch chuyển thẳng theo thời gian là phương pháp phổ biến nhất để ghi chuyển động của kết cấu.

CHÚ THÍCH: Tuy nhiên, có thể cần đến biểu đồ cực để phân tích chuyển động có sai số của kết cấu, chuyển động này là đồng bộ với chuyển động quay của trục chính.

3.6.4. Giá trị chuyển động có sai số của kết cấu (structural motion value)

Dải (lớn nhất-nhỏ nhất) của dịch chuyển đo được trong thời gian đã định và các điều kiện vận hành quy định.

3.7. Sự dịch chuyển của trục tâm do thay đổi tốc độ (axis shift caused by speed change)

3.7.1. Dịch chuyển hướng kính (radial shift)

Dịch chuyển của trục tâm theo chiều vuông góc với đường trục trung bình.

3.7.2. Dịch chuyển nghiêng (tilt shift)

Dịch chuyển của trục tâm theo chiều tạo thành một góc với đường trục trung bình.

3.7.3. Dịch chuyển chiều trục (axial shift)

Dịch chuyển của trục tâm theo chiều song song với đường trục trung bình.

3.7.4. Dịch chuyển mặt đầu (face shift)

Tổ hợp của các dịch chuyển chiều trục và nghiêng trong trục tâm quay được đo tại một vị trí hướng kính quy định.

3.7.5. Biểu đồ dịch chuyển của trục tâm do tốc độ (speed-induced axis shift plot)

Biểu đồ đường thẳng của sự dịch chuyển trong trục tâm quay do tốc độ quay thay đổi.

3.7.6. Giá trị dịch chuyển của trục tâm do tốc độ (speed-induced axis shift value)

Hiệu số giữa các số đo dịch chuyển lớn nhất và nhỏ nhất của một cảm biến dịch chuyển đơn (hoặc tổ hợp của các cảm biến dịch chuyển cho các phép đo nghiêng và mặt đầu) ở các tốc độ quay khác nhau quy định.

4. Các lưu ý ban đầu

4.1. Đơn vị đo

Trong tiêu chuẩn này, tất cả các kích thước dài được tính bằng milimét, tất cả các sai lệch của kích thước dài (chuyển động có sai số) được tính bằng micrômét. Hơn nữa tất cả các kích thước góc được tính bằng độ và tất cả các sai lệch của kích thước góc (chuyển động có sai số) được tính bằng micrôradian hoặc giây (cung).

4.2. Viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1)

Để áp dụng tiêu chuẩn này cần viện dẫn TCVN 7011-1 (ISO 230-1), đặc biệt là đối với lắp đặt máy trước khi kiểm, làm nóng các bộ phận chuyển động và độ chính xác được khuyến nghị của thiết bị kiểm.

4.3. Dụng cụ đo được khuyến nghị và thiết bị kiểm

Các dụng cụ đo được khuyến nghị ở đây chỉ là các ví dụ. Có thể sử dụng các dụng cụ đo khác có khả năng đo cùng các đại lượng và có cùng một độ chính xác hoặc độ chính xác cao hơn.

a) Hệ thống đo dịch chuyển (gần như) không tiếp xúc không nhạy với các thay đổi về kim tương của vật kiểm mẫu, có phạm vi đo, độ phân giải, độ ổn định nhiệt, độ chính xác và dải tần thích hợp. Dải tần yêu cầu phụ thuộc vào số lượng các chuyển động sóng trên vòng quay cần được

phân tích và dải tốc độ của trục chính. Đối với hầu hết các máy công cụ, một dải tần 10 kHz là có thể chấp nhận được đối với các tốc độ quay đến 6000 r/min. Các dải tần cao hơn theo tỷ lệ được yêu cầu cho các tốc độ trục chính cao hơn.

b) Thiết bị thu thập dữ liệu như hệ thống dựa trên máy tính (Computer) để lấy mẫu và lưu giữ các dữ liệu về dịch chuyển cho sự phân tích tiếp sau.

c) Các trục gá kiểm có kết cấu được quy định trong các tiêu chuẩn riêng của máy hoặc được thỏa thuận giữa nhà cung cấp/nhà sản xuất và người sử dụng, xem A.3, TCVN 7011-1:2007 (ISO 230-1:1996).

d) Đồ gá để lắp các cảm biến dịch chuyển.

Phải kiểm tra độ chính xác lâu dài của thiết bị đo, ví dụ, bằng các phép kiểm độ dịch chuyển của bộ chuyển đổi.

Các dụng cụ đo phải được ổn định về nhiệt trước khi bắt đầu kiểm.

4.4. Môi trường

Máy và dụng cụ đo, nếu có liên quan, phải được giữ trong môi trường kiểm trong thời gian đủ dài (nên trong một đêm) để đạt tới trạng thái ổn định về nhiệt trước khi kiểm. Chúng phải được bảo vệ tránh gió lùa và bức xạ từ bên ngoài như ánh sáng mặt trời, các thiết bị gia nhiệt cao.

4.5. Trục tâm quay được kiểm

Trục tâm quay phải được lắp ráp hoàn chỉnh và vận hành đầy đủ. Phải tiến hành các phép kiểm trục tâm quay trong điều kiện không tải.

CHÚ THÍCH: Đây không phải là kiểm kiểu đối với cụm trục chính. Các phép kiểm của cùng một cụm trục chính trong các máy khác nhau có thể cho các kết quả khác nhau do lắp ráp, các tác động của nhiệt và tình trạng rung.

4.6. Làm nóng trục tâm quay

Các phép kiểm phải được thực hiện sau một quy trình làm nóng thích hợp theo quy định của nhà sản xuất và/hoặc thỏa thuận giữa nhà cung cấp/nhà sản xuất và người sử dụng.

Nếu không quy định các điều kiện khác, các chuyển động sơ bộ phải được hạn chế ở mức chỉ cần thiết cho điều chỉnh dụng cụ đo hoặc các đầu quay, các bàn quay và bàn xoay. Trục chính cần được kiểm sau khi đã được làm nóng tại một nửa tốc độ quay lớn nhất của nó trong thời gian tối thiểu là 10 min.

5. Các phương pháp kiểm chuyển động có sai số

5.1. Quy định chung

Các chuyển động có sai số theo hướng cảm biến lần lượt gây ra sai số hình dạng và sai số gia công tinh bị gián đoạn đối với chi tiết gia công và như vậy các chuyển động có sai số rất quan trọng đối với sự biểu thị đặc trưng tính năng của máy công cụ. Các chuyển động có sai số vuông góc với hướng cảm biến được xem là theo chiều không cảm biến và không được đánh giá. Tuy nhiên có thể có các tác động thứ cấp rất đáng kể trong một số trường hợp (như là các chi tiết quay rất nhỏ).

5.2. Các thông số kiểm và đặc tính kỹ thuật

Cần quan tâm đến các thông số sau đối với mỗi phép đo:

- a) Các vị trí hướng kính, chiều trục hoặc mặt đầu tại đó thực hiện các phép đo;
- b) Sự nhận biết tất cả các vật mẫu kiểm, đích và đồ gá được sử dụng;
- c) Địa điểm thiết lập đo;
- d) Vị trí của bất kỳ các giai đoạn định vị quay hoặc tịnh tiến được nối với bộ phận được kiểm;
- e) Góc định hướng của hướng cảm biến, ví dụ các góc chiều trục, hướng kính hoặc trung gian,

khi thích hợp;

f) Trình bày kết quả đo, ví dụ, giá trị chuyển động có sai số, biểu đồ cực, biểu đồ theo thời gian, biểu đồ tần số;

g) Tốc độ quay của trục chính (bằng không đối với chuyển động có sai số tĩnh);

h) Khoảng thời gian tính bằng giây hoặc số vòng quay của trục chính;

i) Quy trình làm nóng thích hợp hoặc quy trình chạy rà;

j) Đáp ứng tần số của dụng cụ đo, được cho bằng Héc hoặc số chu trình trên vòng quay bao gồm cả các đặc tính dừng của bất cứ bộ lọc điện tử nào, và trong trường hợp dụng cụ đo kiểu kỹ thuật số, độ phân giải của dịch chuyển và tốc độ lấy mẫu;

k) Vòng cấu trúc bao gồm vị trí và định hướng của các cảm biến so với hốc trục chính từ đó báo lại chuyển động có sai số, các đối tượng quy định dùng để xác định vị trí các đường tâm trục chính và các trục của hệ tọa độ chuẩn, và các thành phần kết nối các đối tượng này;

l) Thời gian và ngày đo;

m) Kiểu và tình trạng hiệu chuẩn của tất cả các dụng cụ đo được sử dụng cho phép kiểm.

n) Các điều kiện vận hành khác có thể ảnh hưởng đến phép đo như nhiệt độ môi trường xung quanh.

5.3. Chuyển động của kết cấu, trục chính được ngắt

5.3.1. Quy định chung

Các phép kiểm này được thiết kế để chỉ ra chuyển động tương đối giữa trục chính và chi tiết gia công gây ra bởi bản thân máy và môi trường.

5.3.2. Quy trình kiểm

Thiết lập kiểm tương tự như thiết lập cho phép kiểm ETVE như được mô tả trong 5.2 của TCVN 7011-3 (ISO 230-3).

Trước tiên, đo chuyển động của kết cấu với nguồn điện của máy và các hệ thống phụ được đóng mạch, nhưng các truyền động của máy được ngắt, đó là vị trí dừng khẩn cấp.

Sau đó, đo chuyển động của kết cấu với nguồn điện của máy và các hệ thống phụ được đóng mạch, như là các bộ phận thủy lực được đóng mạch và các truyền động của máy được đóng mạch, đó là với máy ở chế độ chạy dao.

5.3.3. Phân tích các kết quả

Giá trị chuyển động của kết cấu là dịch chuyển đỉnh tới đáy được quan trắc trong một thời gian tương đối ngắn (ví dụ 1s).

5.4. Kiểm trục chính - Hướng cảm biến quay

5.4.1. Quy định chung

Các phép kiểm này áp dụng cho các nguyên công gia công cơ có hướng cảm biến quay, ví dụ như khoan, doa, phay và mài theo đường công tua.

5.4.2. Chuyển động có sai số hướng kính

5.4.2.1. Thiết lập kiểm

Hình 7 thể hiện sơ đồ thiết lập kiểm cho phép đo. Trong thiết lập này, lắp một bi kiểm chính xác hoặc một vật mẫu kiểm thích hợp khác, như một vật hình trụ được lắp vào trục chính của máy. Các cảm biến dịch chuyển được lắp với bàn máy theo các chiều vuông góc. Bi được định tâm trên trục tâm quay để giảm tới mức tối thiểu độ lệch tâm. Vị trí góc của trục chính được đo bằng dụng cụ đo góc như là cơ cấu mã hóa quay được lắp trên trục chính.

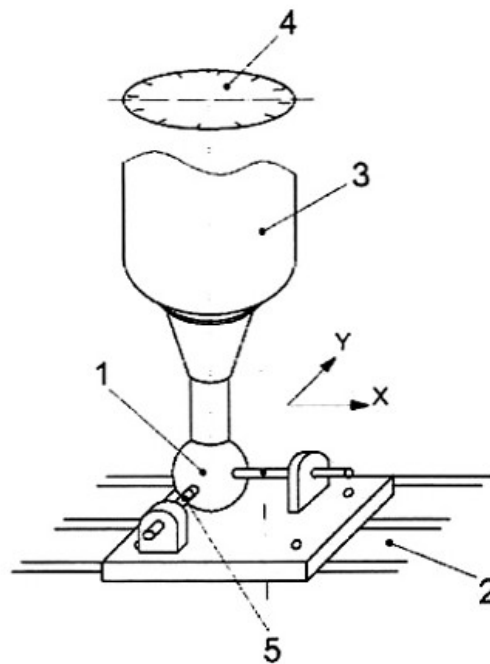
Thay cho cơ cấu mã hóa quay, vị trí góc của trục chính cũng có thể được xác định bằng lắp bi có

độ lệch tâm tương đối nhỏ. Độ lệch tâm này phát ra các tín hiệu hình sin có sự dịch chuyển pha 90° một lần trên mỗi vòng quay, chồng lên các tín hiệu ra của cảm biến dịch chuyển. Như vậy, có thể tính toán vị trí gốc bằng các tín hiệu hình sin cần thiết cho lập biểu đồ cực. Thiết lập kiểm cho trường hợp này được cho trên Hình 8.

5.4.2.2. Quy trình kiểm

Phải thực hiện các phép đo chuyển động có sai số hướng kính ở ba tốc độ của trục chính ²⁾

- Cho trục chính quay ở 10 % tốc độ lớn nhất hoặc ở tốc độ nhỏ nhất và ghi lại các số đọc của cả hai cảm biến dịch chuyển như là một hàm số của vị trí góc của trục chính;
- Cho trục chính quay ở 50 % tốc độ lớn nhất và ghi lại các số đọc của cả hai cảm biến dịch chuyển như là một hàm số của vị trí góc của trục chính;
- Cho trục chính quay ở 100 % tốc độ lớn nhất và ghi lại các số đọc của cả hai cảm biến dịch chuyển như là một hàm số của vị trí góc của trục chính.

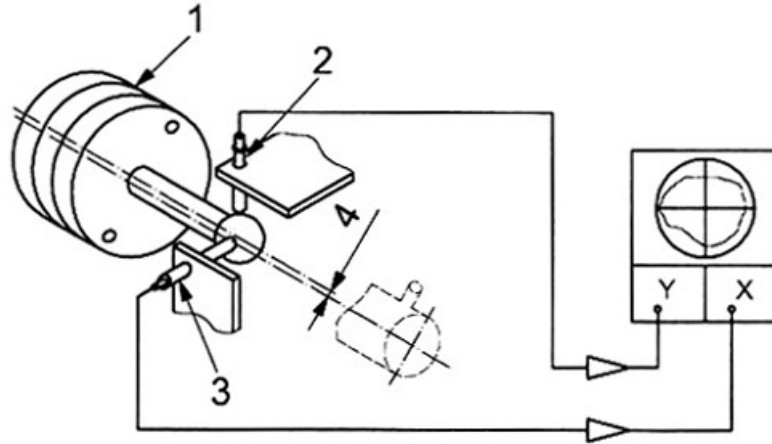


CHÚ DẪN:

1. Vật mẫu chuẩn (bi kiểm)
2. Bàn máy
3. Trục chính
4. Dụng cụ đo vị trí góc
5. Cảm biến dịch chuyển

Hình 7 - Sơ đồ thiết lập kiểm chuyển động có sai số hướng kính với hướng cảm biến quay khi sử dụng dụng cụ đo vị trí góc và vật mẫu kiểm (bi) chuẩn được định tâm (Phương pháp Vanherck/Peters)

²⁾ Người sử dụng máy nên quan sát một cách đơn giản tín hiệu ra của hệ thống chỉ báo sai số trong khi thay đổi tốc độ trục chính một cách từ từ trong suốt toàn bộ phạm vi tốc độ. Có thể quan sát các tốc độ tại đó các kết quả của chuyển động có sai số vượt quá mức do chuyển động có sai số của kết cấu. Nên tránh sử dụng các tốc độ này trong gia công.



CHÚ DẪN

1. Tấm lắc lư
2. Cảm biến thẳng đứng
3. Cảm biến nằm ngang
4. Dịch chuyển của bi kiểm theo chiều dụng cụ cắt.

Hình 8 - Phương pháp kiểm cho chuyển động hướng kính với hướng cảm biến quay và bi được lắp lệch tâm so với trục chính (phương pháp Tlustý)

5.4.2.3. Phân tích dữ liệu

Chuyển động có sai số hướng kính được xác định bằng cách ghi lại các dịch chuyển hướng kính của trục chính (bộ phận quay) như là các hàm số của vị trí góc của trục chính đối với chuẩn đứng yên được đo bằng hai cảm biến dịch chuyển được đặt vuông góc với nhau và bằng tính toán và hiển thị biểu đồ cực của chuyển động có sai số theo công thức sau:

$$r(\theta) = r_0 + \Delta X(\theta)\cos\theta + \Delta Y(\theta)\sin\theta$$

Trong đó

r_0 là vị trí góc của trục chính;

$r(\theta)$ là chuyển động có sai số hướng kính ở vị trí góc θ ;

$\Delta X(\theta)$ là tín hiệu ra của cảm biến dịch chuyển hướng theo trục X;

$\Delta Y(\theta)$ là tín hiệu ra của cảm biến dịch chuyển hướng theo trục Y;

r_0 là giá trị của bán kính thiết lập bởi sự chỉnh thẳng của các cảm biến dịch chuyển và vật mẫu kiểm.

Ở mỗi tốc độ, phải lập một biểu đồ cực của chuyển động có sai số của trục chính cho số vòng quay thích hợp³⁾. Biểu đồ điển hình cho một tốc độ trục chính đơn được cho trên Hình 4a). Đối với mục đích của tiêu chuẩn này, chỉ có hai giá trị chuyển động có sai số sẽ được tính toán từ biểu đồ chuyển động có sai số. Giá trị chuyển động có sai số không đồng bộ phải là chiều rộng lớn nhất có tỷ lệ của biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng (trước khi lấy trung bình) được đo dọc theo đường hướng kính đi qua tâm biểu đồ cực, như được thể hiện trên Hình 4c) và Hình

³⁾ Đối với các trục chính, số vòng quay tối thiểu là 20, đối với các bàn quay, số vòng quay tối thiểu là 4 vòng theo chiều kim đồng hồ và 4 vòng theo chiều ngược chiều kim đồng hồ; đối với các đầu quay và bàn xoay, số vòng quay tối thiểu là 2 vòng theo chiều kim đồng hồ và 2 vòng theo chiều ngược chiều kim đồng hồ.

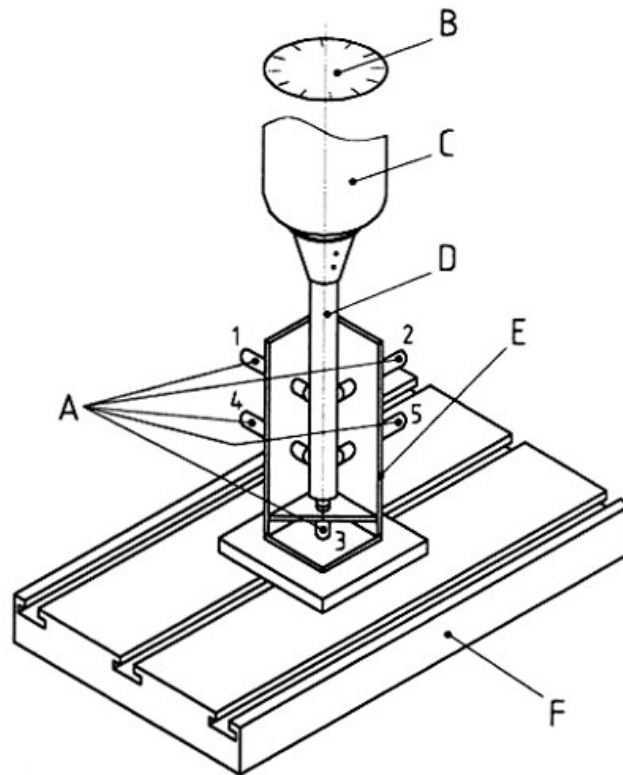
6. Tiếp sau, biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ phải được tính toán bằng lấy trung bình các kết quả của biểu đồ cực của chuyển động có sai số tổng đối với tổng số vòng quay. Một biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ điển hình được chỉ ra là đường nét đậm trên Hình 4b) và Hình 6. Giá trị chuyển động có sai số hướng kính đồng bộ là hiệu số có tỷ lệ các bán kính của hai đường tròn đồng tâm được định tâm tại tâm LSC chỉ vừa đủ chứa biểu đồ cực của chuyển động có sai số đồng bộ. Các giá trị chuyển động có sai số hướng kính phải được quy định với vị trí chiều trục tại đó thực hiện các phép đo. Phải báo cáo các giá trị chuyển động có sai số hướng kính đồng bộ và không đồng bộ tương ứng với mỗi một trong ba tốc độ của trục chính.

5.4.3. Chuyển động có sai số nghiêng

5.4.3.1. Thiết lập kiểm

Đo chuyển động có sai số nghiêng đòi hỏi phải thực hiện các phép đo chuyển động có sai số hướng kính tại hai điểm riêng biệt trong không gian, như được thể hiện trên Hình 9. Một vật mẫu kiểm có hai viên bi được đặt cách nhau một khoảng hoặc một trục gá trụ có thể được kẹp chặt với trục chính và thẳng hàng với trục tâm quay của trục chính. Các khoảng cách nhỏ nhất được khuyến nghị giữa các viên bi/cảm biến dịch chuyển cho các cỡ trục chính khác nhau được cho trong Bảng 2.

Có hai phương pháp được đề cập để đo chuyển động có sai số nghiêng. Phương pháp 1 mô tả việc sử dụng hai cảm biến và phương pháp 2 mô tả việc sử dụng bốn cảm biến để đo độ nghiêng. Cả hai phương pháp đều được chấp nhận.



CHÚ DẪN

A Các cảm biến (1 đến 5)

B Dụng cụ đo góc

C Trục chính

D Trục kiểm

E Đồ gá