



NINH ĐỨC TỐN



DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP



NGUYỄN
ĐỨC LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

PGS.TS. NINH ĐỨC TỐN

DUNG SAI
VÀ
LẮP GHÉP

(Tái bản lần thứ mười một)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

Nhiệm vụ quan trọng trong quá trình thiết kế các sản phẩm mới và hoàn thiện các sản phẩm cũ là chuẩn bị tốt các bản vẽ thiết kế và công nghệ, tạo khả năng đảm bảo tính công nghệ cần thiết và chất lượng cao của sản phẩm. Để giải quyết tốt nhiệm vụ đó, các nhà thiết kế cần phải nắm vững những nguyên tắc cơ bản để lựa chọn dung sai cho các thông số hình học chi tiết và lắp ghép cho các mối ghép theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam đã ban hành. Đó cũng chính là nội dung cơ bản của cuốn sách này. Các tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam được giới thiệu ở đây là những tiêu chuẩn đã được biên soạn và soát xét lại trên cơ sở tiêu chuẩn quốc tế – ISO, để hòa nhập vào thị trường các nước trong khu vực và thế giới hiện nay.

Trong chương 4, dung sai lắp ghép bề mặt trụ tròn, ổ lăn, then, then hoa được trình bày thống nhất trong một chương. Đó là dựa trên khái niệm “dung sai lắp ghép bề mặt tròn” (lắp ghép theo bề mặt trụ tròn và bề mặt phẳng) và dựa trên cùng một hệ thống ISO về dung sai và lắp ghép, TCVN 2244–99 và TCVN 2245–99.

Sách cũng dành phần nội dung đáng kể để giới thiệu phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp tiêu chuẩn và hướng dẫn cách lựa chọn dung sai trong các trường hợp cụ thể. Đồng thời cũng giới thiệu một số bảng tiêu chuẩn chủ yếu ở phần phụ lục để giúp bạn đọc có thể sử dụng cho công việc thiết kế của mình.

Sách có thể dùng làm giáo trình giảng dạy cho sinh viên ngành cơ khí trong trường đại học và cao đẳng. Tất nhiên cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các kĩ sư cơ khí, những người làm công việc thiết kế và chế tạo máy.

Việc biên soạn một tài liệu thật cơ bản và chất lượng cao quả là một việc khó. Trong quá trình sử dụng rất mong bạn đọc phát hiện những thiếu sót, những vấn đề cần bổ sung để cho tài liệu hoàn chỉnh và chất lượng ngày càng cao.

Thư tịch xin gửi về: Công ty Cổ phần Sách Đại học – Day nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

TÁC GIẢ

CHƯƠNG 1

ĐỔI LẦN CHỨC NĂNG VÀ VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA

1.1. BẢN CHẤT TÍNH ĐỔI LẦN CHỨC NĂNG

Trong giai đoạn hiện nay việc nâng cao chất lượng sản phẩm, nâng cao tính kinh tế của sản xuất và sử dụng chúng đang là yêu cầu cấp bách và là nhiệm vụ chính trị kinh tế quan trọng.

Ở nước ta khi nghiên cứu giải quyết nhiệm vụ đó, nhiều cơ quan nghiên cứu và cơ sở sản xuất đã đạt được một số kết quả. Để đạt được kết quả trong việc nâng cao chất lượng máy, dụng cụ và các sản phẩm công nghiệp khác, cần phải sáng tạo ra các kết cấu mới hợp lý nhất, tìm tòi và sử dụng các vật liệu mới có chất lượng cao, ứng dụng các phương pháp công nghệ tiên tiến và hiện đại trong sản xuất. Đồng thời phải nghiên cứu ứng dụng các nguyên tắc mới về thiết kế chế tạo sản phẩm, phải quy cách hóa và tiêu chuẩn hóa các chi tiết bộ phận máy và máy.

Khi thiết kế chế tạo một máy hay bộ phận máy, tùy theo chức năng sử dụng mà người ta buộc chúng phải có những yêu cầu kỹ thuật nhất định – chỉ tiêu sử dụng máy, chẳng hạn như độ chính xác, độ bền, năng suất và hiệu suất v.v...

Để cấu thành bộ phận máy hoặc máy người ta phải thiết kế chế tạo các chi tiết máy. Sự hình thành các thông số hình học, cơ học v.v... của chúng trong chế tạo quyết định chức năng sử dụng của bộ phận máy hoặc máy mà chúng lắp thành, có nghĩa là ảnh hưởng trực tiếp đến các chỉ tiêu sử dụng máy A_{Σ} . Ta gọi các thông số đó là thông số chức năng chi tiết A_i . Mối quan hệ giữa chỉ tiêu sử dụng máy (A_{Σ}) và các thông số chức năng (A_i) của các chi tiết lắp thành máy hay bộ phận máy được biểu hiện bằng quan hệ hàm số có dạng:

$$A_{\Sigma} = f(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) \quad (1-1)$$

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n f(A_i)$$

ở đây các thông số chức năng A_i là những đại lượng biến đổi độc lập.

Tất nhiên người ta mong muốn chỉ tiêu sử dụng máy hoặc bộ phận máy phải có một trị số kinh tế hợp lý nhất. Nhưng điều này không thể thực hiện được bởi vì trong quá trình chế tạo các chi tiết lắp thành máy thì các thông số chức năng của chúng thay đổi do ảnh hưởng của sai số chế tạo, nên ta không thể nào chế tạo một máy hay một bộ phận máy mà chỉ tiêu sử dụng của nó đúng bằng trị số kinh tế hợp lý nhất và ngay cả các máy hoặc bộ phận máy cùng loại thì chỉ tiêu sử dụng của chúng cũng không thể hoàn toàn giống nhau được. Bởi vậy khi tính toán thiết kế ta cho phép chỉ tiêu sử dụng thay đổi trong một phạm vi hợp lý quanh trị số hợp lý nhất. Phạm vi cho phép hợp lý đó gọi là dung sai của chỉ tiêu sử dụng máy hoặc bộ phận máy T_{Σ} .

Từ dung sai của chỉ tiêu sử dụng máy, ta có thể xác định phạm vi thay đổi cho phép của các thông số chức năng chi tiết (gọi là dung sai của các thông số chức năng chi tiết T_i) gần đúng theo quan hệ sau :

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial A_i} \right| T_i \quad (1-2)$$

Như vậy khi thiết kế và chế tạo các chi tiết mà các thông số chức năng của chúng thỏa mãn quan hệ (1-2) thì khi lắp chúng thành máy hay bộ phận máy, ta cũng được máy hoặc bộ phận máy mà chỉ tiêu sử dụng của chúng nằm trong phạm vi cho phép hợp lý T_{Σ} . Do đó chất lượng máy hoặc bộ phận máy đảm bảo tính kinh tế hợp lý.

Những chi tiết lắp thành máy và bộ phận máy được thiết kế và chế tạo theo nguyên tắc trên, tức là dung sai các thông số chức năng T_i và chỉ tiêu sử dụng T_{Σ} thỏa mãn quan hệ (1-2) thì đạt được tính đối lẫn chức năng.

Cần phải phân biệt đối lẫn chức năng hoàn toàn và đối lẫn chức năng không hoàn toàn. Trong sản xuất hàng loạt, nếu mọi chi tiết của loạt đều đạt tính đối lẫn chức năng thì loạt chi tiết đó đạt tính đối lẫn chức năng hoàn toàn. Nhưng nếu có một hoặc một số chi tiết của loạt không đạt tính đối lẫn chức năng thì loạt chi tiết đó đạt tính đối lẫn chức năng không hoàn toàn.

1.2. QUY ĐỊNH DUNG SAI VÀ TIÊU CHUẨN HÓA

Tính đối lẫn chức năng là nguyên tắc của thiết kế chế tạo. Theo nguyên tắc đó, người thiết kế định trị số dung sai cho các thông số chức năng chi tiết và bộ phận máy xuất phát từ yêu cầu của chỉ tiêu sử dụng máy. Chỉ tiêu sử dụng máy hay bộ phận máy có thể là những thông số hình học hoặc những thông số khác như năng suất, hiệu suất, công suất... Thông số chức năng của chi tiết cũng có thể là những thông số hình học hoặc không phải hình học như : độ bền, độ rắn bề mặt, tính dẫn nhiệt, dẫn điện...

Mỗi loại thông số đó có đặc điểm riêng của nó, do vậy việc nghiên cứu tính đối lẫn chức năng theo từng loại thông số phải do những ngành khoa học tương ứng đảm nhiệm. Trong phạm vi giáo trình này ta chỉ đề cập phương pháp nghiên cứu và định giá trị dung sai cho các thông số chức năng hình học như : kích thước, hình dáng, vị trí bề mặt và nhám bề mặt.

Quy định dung sai trên cơ sở tính đối lẫn chức năng là điều kiện thuận lợi cho việc thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa trong phạm vi quốc gia và quốc tế. Khi nền công nghiệp càng phát triển thì sản phẩm càng đa dạng và phong phú, không phải chỉ chủng loại, mẫu mã mà cả kích cỡ nữa. Trong điều kiện như vậy đòi hỏi sự thống nhất hóa về mặt quản lý nhà nước. Mặt khác để nâng cao hiệu quả kinh tế của sản xuất và đảm bảo giao lưu hàng hóa rộng rãi thì phải quy cách hóa và tiêu chuẩn hóa các sản phẩm.

Việc Nhà nước ban hành các tiêu chuẩn trong đó có tiêu chuẩn về dung sai và lắp ghép là một đòi hỏi cấp thiết.

Trong giai đoạn hiện nay với nền kinh tế thị trường theo xu hướng hội nhập kinh tế khu vực và thế giới thì các tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam (TCVN) được xây dựng dựa trên cơ sở của tiêu chuẩn quốc tế ISO⁽¹⁾.

1.3. Ý NGHĨA CỦA TIÊU CHUẨN HÓA

Nền sản xuất công nghiệp trên cơ sở tiêu chuẩn hóa sẽ đem lại hiệu quả kinh tế rất lớn. Bởi vì chính quá trình sản xuất những chi tiết và bộ phận máy đã quy cách hóa và tiêu chuẩn hóa không phụ thuộc vào địa điểm sản xuất. Đó chính là điều kiện để chúng ta có thể chuyên môn hóa, hợp tác hóa sản xuất. Sự hợp tác và chuyên môn hóa sản xuất sẽ dẫn đến sản xuất tập trung quy mô lớn tạo khả năng áp dụng kỹ thuật tiên tiến, máy móc hiện đại và hình thức sản xuất với năng suất cao. Nhờ đó mà vừa đảm bảo chất lượng lại giảm giá thành sản phẩm.

Mặt khác, thiết kế và chế tạo sản phẩm theo tiêu chuẩn hóa là điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất các chi tiết và bộ phận máy dự trữ thay thế. Nhờ có những chi tiết và bộ phận máy dự trữ thay thế mà quá trình sử dụng các sản phẩm công nghiệp sẽ tiện lợi rất nhiều. Chẳng hạn một chi tiết nào đó của máy bị hỏng, ta có ngay chi tiết dự trữ cùng loại thay thế vào là máy lại tiếp tục hoạt động được ngay ; kết quả là giảm thời gian chết và sử dụng máy triệt để hơn, mang lại lợi ích rất lớn về kinh tế và quản lý sản xuất.

(1) ISO - International organization for standardization

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP

2.1. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH GIỚI HẠN VÀ DUNG SAI

2.1.1. Kích thước

Dãy Kích thước tiêu chuẩn: Để thống nhất hoá và tiêu chuẩn hoá kích thước của chi tiết và lắp ghép người ta đã lập ra 4 dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn dựa trên các dãy số ưu tiên và được kí hiệu là: Ra5, Ra10, Ra20, Ra40 (bảng 2.1).

Khi thiết kế chế tạo chi tiết và sản phẩm, các kích thước thẳng danh nghĩa của chúng được chọn theo giá trị của các dãy số ưu tiên và phải ưu tiên chọn trong dãy có độ chia lớn trước nhất.

Việc chọn các kích thước danh nghĩa của chi tiết theo tiêu chuẩn nhằm giảm bớt số loại, kích cỡ của các chi tiết và sản phẩm, do đó cũng giảm được số loại, kích cỡ của các trang bị công nghệ như dụng cụ cắt, dụng cụ đo chẳng hạn. Số loại giảm thì sản lượng từng loại sẽ tăng, đó là điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất đạt hiệu quả kinh tế cao.

Kích thước danh nghĩa d_N là kích thước xác định được bằng tính toán xuất phát từ chức năng của chi tiết, sau đó quy tròn (về phía lớn lên) theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn.

Chẳng hạn khi tính toán theo sức bền vật liệu ta xác định được đường kính của chi tiết trục là : 24,732mm. Theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn ta quy tròn là 25mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là : $d_N = 25\text{mm}$.

Kích thước danh nghĩa được ghi trên bản vẽ và dùng làm gốc để tính các sai lệch. Kích thước danh nghĩa của bề mặt lắp ghép là chung cho các chi tiết tham gia lắp ghép.

Kích thước thực d_{th} là kích thước nhận được từ kết quả đo với sai số cho phép.

Ví dụ : khi đo kích thước chi tiết trục bằng Panme có giá trị vạch chia là 0,01mm, kết quả đo nhận được là 24,98mm, thì kích thước thực của chi tiết trục là : $d_{th} = 24,98\text{mm}$ với sai số cho phép là $\pm 0,01\text{mm}$.

Kích thước giới hạn. Để xác định phạm vi cho phép của sai số chế tạo kích thước người ta quy định hai kích thước giới hạn :

Kích thước giới hạn lớn nhất d_{max}

Kích thước giới hạn nhỏ nhất d_{min}

Kích thước của chi tiết chế tạo (kích thước thực) nằm trong phạm vi cho phép ấy thì đạt yêu cầu. Như vậy chi tiết có kích thước đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$d_{min} \leq d_{th} \leq d_{max}$$

Bảng 2.1. DÂY KÍCH THUỐC THĂNG TIÊU CHUẨN

| Ra5 (R5) | Ra10 (R'10) | Ra20 (R'20) | Ra40 (R'40) | Ra5 (R5) | Ra10 (R'10) | Ra20 (R'20) | Ra40 (R'40) | Ra5 (R5) | Ra10 (R'10) | Ra20 (R'20) | Ra40 (R'40) |
|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| 0.010 | 0.010 | 0.010 | | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | 0.011 | | | | 0.110 | 0.105 | | | 1.1 | 1.05 |
| | 0.012* | 0.012** | 0.012 | | 0.120* | 0.120** | 0.110 | | 1.2* | 1.2** | 1.1 |
| | | | 0.013 | | | | 0.115 | | | | 1.15 |
| | | 0.014 | 0.014 | | | 0.140 | 0.120 | | | 1.4 | 1.2 |
| | | | 0.015 | | | | 0.130 | | | | 1.3 |
| | | | | | | | 0.140 | | | | 1.4 |
| | | | | | | | 0.150 | | | | 1.5 |
| 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| | | | 0.017 | | | | 0.170 | | | | 1.7 |
| | | 0.018 | 0.018 | | | 0.180 | 0.180 | | | 1.8 | 1.8 |
| | | | 0.019 | | | | 0.190 | | | | 1.9 |
| | 0.020 | 0.020 | 0.020 | | 0.200 | 0.200 | 0.200 | | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | | | 0.021 | | | | 0.210 | | | | 2.1 |
| | | 0.022 | 0.022 | | | 0.220 | 0.220 | | | 2.2 | 2.2 |
| | | | 0.024 | | | | 0.240 | | | | 2.4 |
| 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.025 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | | | 0.026 | | | | 0.260 | | | | 2.6 |
| | | 0.028 | 0.028 | | | 0.280 | 0.280 | | | 2.8 | 2.8 |
| | | | 0.030 | | | | 0.300 | | | | 3.0 |
| | 0.032 | 0.032 | 0.032 | | 0.320 | 0.320 | 0.320 | | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| | | | 0.034 | | | | 0.340 | | | | 3.4 |
| | | 0.036 | 0.036 | | | 0.360 | 0.360 | | | 3.6 | 3.6 |
| | | | 0.038 | | | | 0.380 | | | | 3.8 |
| 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.040 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | | | 0.042 | | | | 0.420 | | | | 4.2 |
| | | 0.045 | 0.045 | | | 0.450 | 0.450 | | | 4.5 | 4.5 |
| | | | 0.048 | | | | 0.480 | | | | 4.8 |
| | 0.050 | 0.050 | 0.050 | | 0.500 | 0.500 | 0.500 | | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | | | 0.053 | | | | 0.530 | | | | 5.3 |
| | | 0.056 | 0.056 | | | 0.560 | 0.560 | | | 5.6 | 5.6 |
| | | | 0.060 | | | | 0.600 | | | | 6.0 |
| 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.630 | 0.630 | 0.630 | 0.630 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| | | | 0.067 | | | | 0.670 | | | | 6.7 |
| | | 0.071 | 0.071 | | | 0.710 | 0.710 | | | 7.1 | 7.1 |
| | | | 0.075 | | | | 0.750 | | | | 7.5 |
| | 0.080 | 0.080 | 0.080 | | 0.800 | 0.800 | 0.800 | | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | | 0.085 | | | | 0.850 | | | | 8.5 |
| | | 0.090 | 0.090 | | | 0.900 | 0.900 | | | 9.0 | 9.0 |
| | | | 0.095 | | | | 0.950 | | | | 9.5 |