

PGS. TS NGUYỄN TIẾN THỌ
GVC. NGUYỄN THỊ XUÂN BẢY
TS. NGUYỄN THỊ CẨM TÚ

KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG - KIỂM TRA TRONG CHẾ TẠO CƠ KHÍ

*(Sách được dùng làm giáo trình cho sinh viên
đại học và cao đẳng kỹ thuật)*

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2001

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản</i>	PGS. TS TÔ ĐĂNG HẢI
<i>Biên tập</i>	NGUYỄN THỊ NGỌC KHUÊ NGUYỄN MẠNH HÙNG
<i>Sửa bản in</i>	MẠNH HÙNG
<i>Trình bày bìa</i>	HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO HÀ NỘI

In 1000 quyển khổ 19 x 27 cm tại Nhà in Đại học Quốc gia Hà Nội

Giấy phép xuất bản số 123 - 233 - 7/2/2001.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 4 năm 2001.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	7
Chương 1. CÁC KHÁI NIỆM VÀ NGUYÊN TẮC CƠ BẢN TRONG ĐO LƯỜNG	9
1.1. Mở đầu	9
1.2. Các khái niệm cơ bản trong kỹ thuật đo lường	9
1.2.1. Đo lường	9
1.2.2. Đơn vị đo - Hệ thống đơn vị đo	10
1.2.3. Phương pháp đo	10
1.2.4. Kiểm tra - Phương pháp kiểm tra	12
1.2.5. Phương tiện đo - Phân loại phương tiện đo	13
1.2.6. Các chỉ tiêu đo lường cơ bản	14
1.3. Các nguyên tắc cơ bản trong khi đo	14
1.3.1. Nguyên tắc Abbe	14
1.3.2. Nguyên tắc xích kích thước ngắn nhất	16
1.3.3. Nguyên tắc chuẩn thống nhất	16
1.3.4. Nguyên tắc kinh tế	17
Chương 2. PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC VÀ CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA CHI TIẾT CƠ KHÍ	18
2.1. Phương pháp đo kích thước thẳng	18
2.1.1. Phương pháp đo hai tiếp điểm	18
2.1.2. Phương pháp đo ba tiếp điểm	19
2.1.3. Phương pháp đo một tiếp điểm	24

2.2. Phương pháp đo kích thước góc	25
2.2.1. Phương pháp đo trực tiếp kích thước góc	25
2.2.2. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc	28
2.2.3. Đo góc theo phương pháp tọa độ	31
2.3. Phương pháp đo kích thước lỗ	31
2.3.1. Phương pháp đo bằng đồng hồ đo lỗ	31
2.3.2. Dụng cụ đo lỗ	34
2.3.3. Phương pháp đo lỗ bằng phương tiện đo khí nén	35
2.4. Phương pháp đo kích thước lớn	37
2.4.1. Phương pháp đo cung	37
2.4.2. Phương pháp chu vi	38
2.4.3. Phương pháp con lăn	38
2.4.4. Phương pháp đo bằng máy kính vĩ	39
2.5. Phương pháp đo kích thước tế vi	39
2.5.1. Phương pháp mặt cắt ánh sáng	40
2.5.2. Phương pháp giao thoa	40
2.5.3. Phương pháp đo tiếp xúc	41
2.6. Phương pháp đo các thông số chỉ tiêu chất lượng chính của chi tiết cơ khí	42
2.6.1. Phương pháp đo thông số sai số hình dáng bề mặt	43
2.6.1.1. Đo độ tròn	43
2.6.1.2. Đo độ trụ	47
2.6.1.3. Đo độ thẳng	51
2.6.1.4. Đo độ phẳng	53
2.6.2. Phương pháp đo thông số sai số vị trí tương đối	55
2.6.2.1. Đo độ song song	58
2.6.2.2. Đo độ vuông góc	60
2.6.2.3. Đo sai lệch góc nghiêng	62

2.6.2.4. Đo độ đồng trục và độ đảo hướng tâm	63
2.6.2.5. Đo độ đảo hướng trục	67
2.6.2.6. Đo độ xuyên tâm	68
2.6.2.7. Đo độ đối xứng	69
2.7. Phương pháp đo các thông số của chi tiết ren	71
2.7.1. Đo đường kính trung bình của ren	71
2.7.2. Đo góc nửa profin ren	75
2.7.3. Đo bước ren	76
2.8. Phương pháp đo các thông số bánh răng	79
2.8.1. Phương pháp kiểm tra tổng hợp kiểu ăn khớp một bên	80
2.8.2. Phương pháp kiểm tra tổng hợp kiểu ăn khớp khít	85
2.8.3. Phương pháp đo sai số tích lũy bước vòng	87
2.8.4. Phương pháp đo sai lệch giới hạn bước pháp cơ sở	91
2.8.5. Phương pháp đo sai lệch khoảng pháp tuyến chung	91
2.8.6. Phương pháp đo độ đảo hướng tâm vành răng	93
2.8.7. Phương pháp đo đường kính vòng chia	94
2.8.8. Phương pháp đo sai số profin răng	95
2.9. Phương pháp đo độ cứng bề mặt	97
2.9.1. Phương pháp đo độ cứng Brinell	97
2.9.2. Phương pháp đo độ cứng Rockwell	98
2.9.3. Phương pháp đo độ cứng Wickker	100
Chương 3. LÝ THUYẾT SAI SỐ - PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ	101
KẾT QUẢ ĐO THỰC NGHIỆM	
3.1. Khái niệm về sai số đo và phân loại	101
3.2. Sai số ngẫu nhiên - Phương pháp tính các thông số đặc trưng	102
3.3. Sai số hệ thống - Phương pháp khử sai số hệ thống	117
3.4. Sai số thô - Các chỉ tiêu loại sai số thô	121

3.5. Xử lý kết quả đo gián tiếp	126
3.5.1. Bài toán thuận	127
3.5.2. Bài toán nghịch	130
3.6. Độ chính xác và độ tin cậy của kết quả đo	134
3.6.1. Khi đo trực tiếp các đại lượng trong cùng điều kiện đo	134
3.6.2. Khi đo trực tiếp các đại lượng không cùng điều kiện đo	139
3.6.3. Xác định số lần đo cần thiết theo độ chính xác và độ tin cậy yêu cầu	141
3.7. Phương pháp xác định mối quan hệ thực nghiệm	144
3.7.1. Xác định quan hệ hàm số giữa các đại lượng	145
3.7.2. Xác định mối quan hệ tương quan giữa các đại lượng	151
3.7.3. Áp dụng lý thuyết hàm ngẫu nhiên trong nghiên cứu quan hệ thực nghiệm	158
 Chương 4. CHỌN PHƯƠNG ÁN ĐO	160
4.1. Chọn phương pháp đo	160
4.2. Chọn độ chính xác của phương pháp đo	165
4.3. Chọn số lần đo	169
 PHỤ LỤC	176
Bảng giá trị tích phân Laplace	176
Bảng giá trị tích phân Student	177
Bảng giá trị tích phân Macxoen	178
 Tài liệu tham khảo	179

LỜI NÓI ĐẦU

Một quá trình sản xuất nghiêm túc là quá trình tạo ra những sản phẩm có chất lượng. Chất lượng sản phẩm thể hiện chất lượng lao động. Chỉ với chất lượng lao động cao thì mới tạo ra được những sản phẩm có chất lượng tốt. Không thể hy vọng có sản phẩm đạt chất lượng cao nếu không thực sự lao động nghiêm túc.

Trong sản xuất, đo lường là phương pháp để nhận biết chất lượng, và như vậy dụng cụ đo lường trở thành một trong những công cụ lao động góp phần tạo ra lao động có chất lượng cao, tạo ra các sản phẩm chất lượng tốt.

Trong quy trình công nghệ tạo ra một sản phẩm với các chỉ tiêu kỹ thuật qui định, bắt buộc phải bố trí các nguyên công kiểm tra sau từng nguyên công hay công đoạn đã góp phần hình thành yếu tố có chất lượng được qui định. Chỉ như thế, sản phẩm mới đảm bảo đạt các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu. Cuốn "**Kỹ thuật đo lường - kiểm tra trong chế tạo cơ khí**" cung cấp các kiến thức cơ sở kỹ thuật đo cho các kỹ sư chế tạo máy để khi giải quyết công nghệ sản xuất có thể đưa ra được quy trình công nghệ hợp lý, có khả năng giải quyết các vấn đề về kỹ thuật đo lường - kiểm tra chất lượng sản phẩm, hơn thế, có thể thiết kế các giá lắp kiểm tra cho các trang bị công nghệ chế tạo sản phẩm, chọn được độ chính xác hợp lý cho phương pháp đo.

Cuốn sách trình bày các vấn đề cơ bản nhất của kỹ thuật đo mà không đi tỉ mỉ, cụ thể vào cấu tạo, hoạt động của dụng cụ đo nào. Trọng tâm của cuốn sách dành cho những vấn đề về phương pháp đo để xác định thông số hình học trong các chi tiết cơ khí. Về thiết kế chuyển đổi đo và kết cấu cụ thể các thiết bị đo chiều dài sẽ được trình bày trong cuốn "**Thiết bị đo trong chế tạo cơ khí**". Ngoài ra để phục vụ cho công tác nghiên cứu và thực nghiệm, cuốn sách còn trình bày các kiến thức cơ bản, tóm tắt về lý thuyết sai số và phương pháp xử lý số liệu thực nghiệm - các kiến thức không thể thiếu trong công tác đo lường - kiểm tra sản xuất để đánh giá có tính chất thống kê chất lượng sản phẩm, máy móc...

Cuốn sách "**Kỹ thuật đo lường - kiểm tra trong chế tạo cơ khí**" được soạn làm tài liệu học tập chính thức cho sinh viên ngành Chế tạo cơ khí và Máy chính xác,

làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên, học sinh kỹ thuật trong các ngành cơ khí nói chung.

Cuốn sách còn có thể giúp ích cho các cán bộ làm công tác kiểm tra kỹ thuật cơ khí, các kỹ sư công nghệ chế tạo và những người quan tâm đến vấn đề kỹ thuật đo lường - kiểm tra và nghiên cứu thực nghiệm.

Ngoài mục đích trang bị kỹ thuật đo lường - kiểm tra đảm bảo chất lượng sản phẩm, cuốn sách còn giúp người thiết kế nêu được một cách hợp lý các nhu cầu về chất lượng sản phẩm cũng như đưa ra được một quy trình công nghệ hợp lý để đảm bảo chất lượng đó. Cuốn sách này còn giúp ta chọn được phương án đo và độ chính xác của dụng cụ đo phù hợp với yêu cầu độ chính xác của sản phẩm.

Do cuốn sách được xuất bản lần đầu nên khó tránh khỏi sai sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp của độc giả.

Hà Nội 2001

Các tác giả

CÁC KHÁI NIỆM VÀ NGUYÊN TẮC CƠ BẢN TRONG ĐO LƯỜNG

1.1. MỞ ĐẦU

Đảm bảo chất lượng sản phẩm trong sản xuất là đảm bảo hiệu quả kinh tế cho nền sản xuất.

Việc đảm bảo chất lượng sản phẩm không đơn thuần là việc kiểm tra sản phẩm sau khi chế tạo mà cái chính là phải vạch ra các nguyên nhân gây sai hỏng ngay trong khi gia công để có được quy trình công nghệ hợp lý có thể điều chỉnh quá trình gia công nhằm tạo ra sản phẩm đạt chất lượng. Mức độ đưa thiết bị và kỹ thuật đo vào công nghệ chế tạo thể hiện mức độ tiên tiến của nền sản xuất.

1.2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

1.2.1. Đo lường

Đo lường là việc định lượng độ lớn của đối tượng đo. Đó là việc thiết lập quan hệ giữa đại lượng cần đo và một đại lượng có cùng tính chất vật lý được qui định dùng làm đơn vị đo.

Thực chất đó là việc so sánh đại lượng cần đo với đơn vị đo để tìm ra tỷ lệ giữa chúng. Độ lớn của đối tượng cần đo được biểu diễn bằng trị số của tỷ lệ nhận được kèm theo đơn vị đo dùng khi so sánh.

Ví dụ: Đại lượng cần đo là Q , đơn vị đo dùng so sánh là u . Khi so sánh ta có tỷ lệ giữa chúng là:

$$\frac{Q}{u} = q$$

Kết quả đo sẽ biểu diễn là:

$$Q = q.u$$

Việc chọn độ lớn của đơn vị đo khác nhau khi so sánh sẽ có trị số q khác nhau. Chọn độ lớn của đơn vị đo sao cho việc biểu diễn kết quả đo gọn, đơn giản, tránh nhầm lẫn trong ghi chép và tính toán. Kết quả đo cuối cùng cần biểu diễn theo đơn vị đo hợp pháp.

1.2.2. Đơn vị đo - Hệ thống đơn vị đo

Đơn vị đo là yếu tố chuẩn mực dùng để so sánh. Vì thế độ chính xác của đơn vị đo sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác khi đo.

Độ lớn của đơn vị đo cần được quy định thống nhất mới đảm bảo được việc thống nhất trong giao dịch, mua bán, chế tạo sản phẩm để thay thế, lắp lẫn...

Các đơn vị đo cơ bản và đơn vị đo dẫn xuất hợp thành hệ thống đơn vị được quy định trong bảng đơn vị đo hợp pháp của nhà nước dựa trên quy định của hệ thống đo lường thế giới SI.

1.2.3. Phương pháp đo

Phương pháp đo là cách thức, thủ thuật để xác định thông số cần đo. Đó là tập hợp mọi cơ sở khoa học và cơ thể để thực hiện phép đo, trong đó nói rõ nguyên tắc để xác định thông số đo. Các nguyên tắc này có thể dựa trên cơ sở mối quan hệ toán học hay mối quan hệ vật lý có liên quan tới đại lượng đo.

Ví dụ: Để đo bán kính cung tròn, có thể dựa vào mối quan hệ giữa các yếu tố trong cung:

$$R = \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8h}$$

Trong đó h là chiều cao cung, s là độ dài dây cung.

Ví dụ: Khi đo tỷ trọng vật liệu, dựa trên quan hệ vật lý:

$$D = \frac{G}{V}$$