

CƠ SỞ ĐO LƯỜNG HỌC

Ngay từ thời cổ xưa, khi biết cách chế tạo công cụ lao động để sản xuất ra của cải vật chất, người ta đã bắt đầu phải đo. Những đại lượng được đo đầu tiên là những đại lượng liên quan mật thiết đến đời sống con người như độ dài (ước lượng khoảng cách từ nơi định cư của bộ lạc tới địa điểm săn bắn), khối lượng (xác định lượng ngũ cốc hoặc sản phẩm quý như kim loại, đá quý), dung tích (xác định lượng rượu trong các chum vại), thời gian (định lịch làm mùa, sắp xếp công việc trong ngày). Sau này, do yêu cầu xây dựng các thành lũy, lăng tẩm, đền đài ... của vua chúa, các phép đo về diện tích, thể tích và góc, cạnh của các khối hình học phức tạp khác nhau cũng được phát triển nhanh chóng.

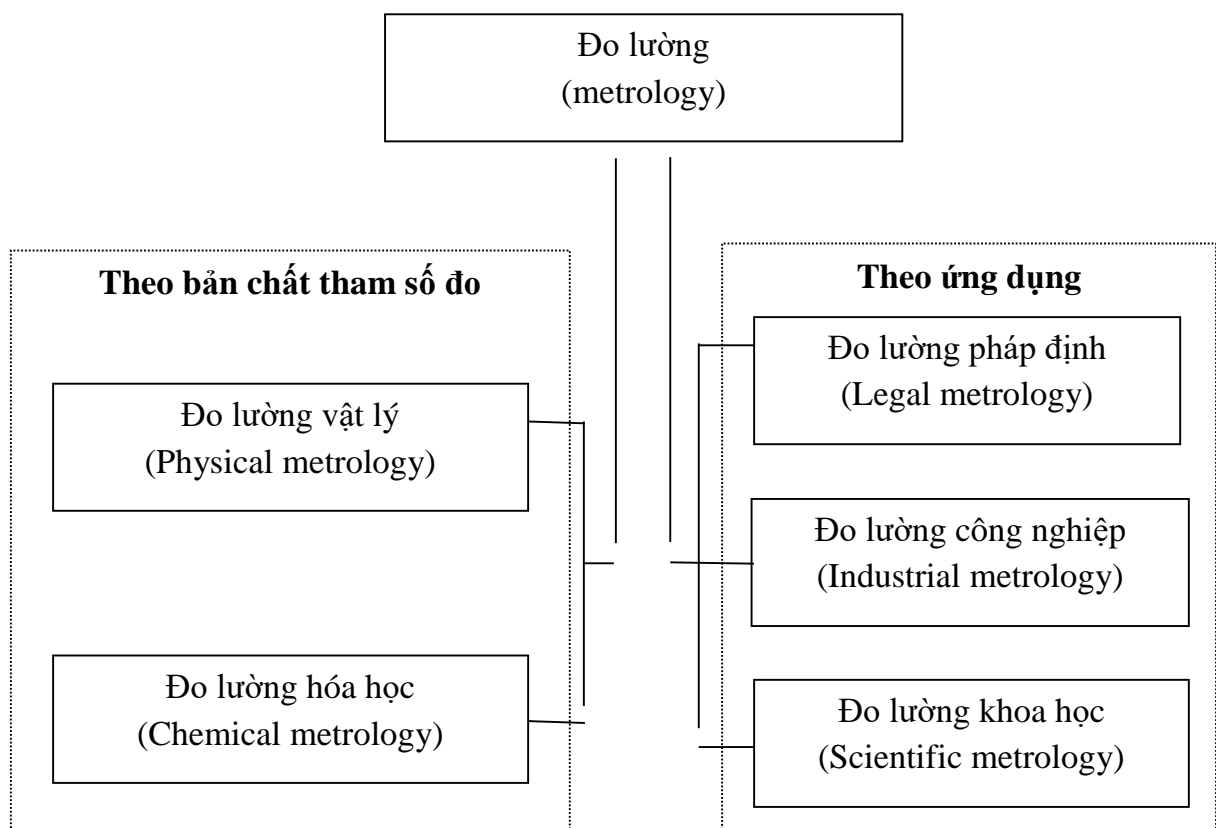
Các phép đo không chỉ giúp định lượng những mối quan hệ đã biết về mặt định lượng, mà quan trọng hơn cũng là để hiểu biết được sâu sắc các hiện tượng tự nhiên, giúp con người thích nghi được với thế giới trong đó mình tồn tại. Lord Kelvin, nhà vật lý học người Anh (1824-1907) đã nói: “Nếu anh có thể đo được sự vật, hiện tượng và quá trình đang nói tới và biểu thị nó bằng các con số thì có thể nói rằng anh đã hiểu biết phần nào về những đối tượng đó, đó nhận thức được đối tượng đó”.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6165: 2009 - ISO/IEC Guide 99: 2007 *Từ vựng quốc tế về đo lường học - Khái niệm, thuật ngữ chung và cơ bản* (thường gọi tắt là VIM 2007), phép đo (measurement) được định nghĩa là “*quá trình thực nghiệm để thu được một hay một số giá trị đại lượng có thể quy cho đại lượng một cách hợp lý*”. Phép đo bao hàm việc so sánh các đại lượng và việc đếm các thực thể. Phép đo bao hàm sự mô tả đại lượng tương ứng với việc sử dụng dự kiến của kết quả đo, thủ tục đo, và hệ thống đo đã được hiệu chuẩn vận hành theo thủ tục đo quy định, bao gồm các điều kiện đo. Những nội dung được trình bày trong các phần tiếp theo sẽ làm rõ thêm định nghĩa này. Có thể nói vắn tắt bản chất của phép đo chính là việc so sánh đại lượng cần đo với một đại lượng cùng loại đã được chọn làm đơn vị. Như đo độ dài của tấm vải là so sánh độ dài đó với một độ dài đó được chọn làm đơn vị là “mét” để xem nó lớn hơn hay bé hơn “mét” bao nhiêu lần.

Cùng với sự phát triển của xã hội loài người, việc nghiên cứu, tìm hiểu về các phép đo cũng ngày càng phát triển. Hiện nay đó hình thành một lĩnh vực khoa học là “đo lường học”, tương ứng với thuật ngữ tiếng Anh là “metrology”. Theo VIM 2007, đo lường học được định nghĩa là “*khoa học về phép đo và việc ứng dụng chúng*”. Nó bao gồm tất cả các khía cạnh lý thuyết và thực tế của phép đo, với mọi độ không đảm bảo đo và lĩnh vực áp dụng.

Cần làm rõ thêm một vài khía cạnh xung quanh thuật ngữ “đo lường” đang được dùng phổ biến trong đời sống, sản xuất, tài liệu khoa học - kỹ thuật cũng như trong nhiều văn bản của Nhà nước. Có thể hiểu “đo lường” là “phép đo” hoặc lĩnh vực khoa học nghiên cứu về phép đo, tức “đo lường học”, tùy theo ngữ cảnh khi nó được dùng như là một danh từ. Có thể hiểu “đo lường” là “đo”, là một thao tác cụ thể nhằm xác định giá trị của đại lượng khi nó được dùng như một động từ. Cũng như có thể dùng thuật này như một tính từ để chỉ một vấn đề, một nội dung nào đó có liên quan đến việc xác định giá trị của đại lượng, ví dụ như “hoạt động đo lường”, “quản lý đo lường”, “đảm bảo đo lường cho chất lượng sản phẩm” v.v...

Đo lường có thể được phân loại theo hai cách, một là dựa trên bản chất của tham số được đo hai là dựa trên ứng dụng của kết quả đo (Hình 1). Sự phân loại theo bản chất tham số dẫn đến hai nhánh của đo lường: đo lường vật lý và đo lường hóa học. Phân loại dựa trên ứng dụng dẫn đến ba ngành của đo lường: đo lường pháp lý, đo lường công nghiệp và khoa học



Hình 1: Sơ đồ phân loại lĩnh vực đo lường

Đo lường vật lý liên quan đến việc đo lường các thông số vật lý chẳng hạn như khối lượng, chiều dài, dòng điện, vận tốc và độ nhớt.... Trong khi đó đo

lượng hóa học liên quan đến phân tích định tính và định lượng các chất được sử dụng trong các lĩnh vực hóa học, sinh học, y tế và môi trường. Các phép đo được thực hiện trong các phòng thí nghiệm luyện kim, phòng thí nghiệm dược phẩm và phòng thí nghiệm bệnh học thuộc phạm vi của phép đo hóa học. Lĩnh vực phân tích pháp y, phân tích môi trường và phân tích thực phẩm và các sản phẩm nông nghiệp cũng là một phần của đo lường hóa học.

Đo lường học pháp định (legal metrology): là phần đo lường học nghiên cứu về đơn vị đo, phương pháp và phương tiện đo trong mối liên quan với những yêu cầu có tính chất bắt buộc về mặt kỹ thuật và pháp lý nhằm mục đích duy trì sự đảm bảo chung trên quan điểm an toàn và sai số đo hợp lý. Tất cả các phép đo liên quan đến thương mại và bảo vệ người tiêu dùng đều thuộc phạm vi của đo lường pháp định.

Đo lường công nghiệp (Industrial Metrology) bao gồm các phép đo được thực hiện trong các ngành công nghiệp và tổ chức dịch vụ để kiểm tra sự phù hợp của sản phẩm và dịch vụ với các thông số kỹ thuật của chúng ở các giai đoạn khác nhau phát triển sản phẩm, sản xuất và dịch vụ. Ngày nay, việc sản xuất hàng loạt hàng hóa có chất lượng và cung cấp dịch vụ chất lượng không thể tồn tại nếu không có một hệ thống đo lường thích hợp. Yêu cầu của hệ thống giám sát sản phẩm và quá trình đã được quy định trong các tiêu chuẩn quốc tế như loạt ISO 9000 về quản lý chất lượng tiêu chuẩn. Do đó, một hệ thống đo lường thích hợp là một nguồn lực quan trọng cho bất kỳ tổ chức sản xuất hoặc dịch vụ nào. Trong một tổ chức công nghiệp, các phép đo được yêu cầu thực hiện ở các giai đoạn khác nhau trong vòng đời của các sản phẩm như sau: phát triển sản phẩm, kiểm tra nguyên liệu và thành phần, sản xuất sản phẩm, giám sát quá trình...

Đo lường khoa học (Scientific metrology) là phần đo lường học nghiên cứu những vấn đề lý thuyết chung về phép đo như về đại lượng, đơn vị, về phương pháp đo, về xử lý kết quả đo v.v... Các phép đo được thực hiện trong các phòng thí nghiệm thử nghiệm: Một sản phẩm được thử nghiệm trong một phòng thử nghiệm nhằm xác định các đặc tính của nó và quyết định sản phẩm có tuân thủ các thông số kỹ thuật của nó hay không. Sản phẩm có thể là một sản phẩm công nghiệp, nông nghiệp hoặc tự nhiên. Phòng thí nghiệm bệnh lý và phân tích được sử dụng để chẩn đoán bệnh tật ở người là một loại phòng thí nghiệm kiểm tra. Các phòng thí nghiệm khoa học pháp y để giải quyết tội phạm là một loại khác. Ngày nay, với công nghệ tiên tiến, các loại sản phẩm và vật liệu mới đang được thiết kế và sản xuất. Nhu cầu thử nghiệm các sản phẩm này dẫn đến nhu cầu về các loại phương pháp thử nghiệm và kỹ thuật thử nghiệm mới hơn.

Các phép đo được thực hiện trong các phòng thí nghiệm nghiên cứu và phát triển (R&D): Hoạt động nghiên cứu gắn liền với khả năng đổi mới sáng tạo của

con người. Một số lý thuyết và giả thuyết nhất định được đề xuất trong các lĩnh vực khoa học cơ bản và công nghệ. Các phép đo được thực hiện trong phòng thí nghiệm R & D để xác minh những lý thuyết này. Tính đúng đắn hay cách khác của một lý thuyết được đề xuất được quyết định dựa trên phân tích các kết quả đo thu được. Đối với các phòng thí nghiệm R&D liên quan đến nghiên cứu và phát triển sản phẩm, kết quả đo lường sẽ giúp các nhà khoa học kết luận liệu các đặc tính mong muốn của một sản phẩm có đã đạt được.

Hiện nay đo lường học đang đứng trước nhiều nhiệm vụ quan trọng. Giải quyết tốt các nhiệm vụ này, đo lường học sẽ đóng góp tích cực vào việc thúc đẩy tiến bộ khoa học, công nghệ và nâng cao hiệu quả chung của nền kinh tế quốc dân.

Trước hết, đó là vấn đề hiện đại hoá Hệ đơn vị quốc tế (SI): định nghĩa các đơn vị cơ bản dựa vào những hằng số bất biến của tự nhiên; tiếp đó là thống nhất đơn vị đo theo SI trong từng nước và trên phạm vi toàn thế giới. Giải quyết được vấn đề này sẽ tạo ra những tiền đề thuận lợi to lớn cho việc trao đổi, giao lưu kinh tế và khoa học-kỹ thuật.

Trong nhiều ngành khoa học-kỹ thuật hiện nay đó xuất hiện các yêu cầu về độ chính xác của phép đo bằng với độ chính xác của một số chuẩn cao nhất. Tiếp tục hoàn thiện và nâng cao độ chính xác của chuẩn cao nhất đang là một yêu cầu bức thiết. Người ta rất quan tâm đến việc sử dụng các hằng số vật lý cơ bản và các hằng số nguyên tử để giải quyết nhiệm vụ này.

Độ chính xác của các chuẩn ngày càng cao, số phương tiện đo được sản xuất và sử dụng ngày càng nhiều làm cho vấn đề truyền đạt đơn vị từ chuẩn cao nhất xuống đến các phương tiện đo thông thường nhất càng trở nên quan trọng và phức tạp. Đo lường học phải nghiên cứu các phương tiện và phương pháp để giải quyết tốt vấn đề này với mức độ suy giảm độ chính xác và chi phí ít nhất.

Nhu cầu mở rộng các phép đo chính xác đến miền giá trị lớn nhất và rất bé của đại lượng đo (khối lượng rất lớn, rất bé; tần số, nhiệt độ, áp suất siêu cao và siêu thấp v.v...) đòi hỏi phải truyền đạt cỡ đơn vị đến các phương tiện đo hoạt động trong giải giá trị trên. Không thể giải quyết yêu cầu này nếu chỉ dùng một chuẩn cao nhất cho một loại đại lượng nào đó, đo lường học phải nghiên cứu chế tạo những chuẩn đặc biệt, độc lập với nhau cho mỗi loại đại lượng ấy để các hệ thống đo đáp ứng nhiệm vụ trên.

Một vấn đề cũng rất có ý nghĩa đối với đo lường học là nâng cao độ chính xác của các phép đo trong những điều kiện rất không ổn định, trong chế độ động, với các gia tốc lớn; ở nhiệt độ, áp suất và tần số cao nhất, thấp nhất v.v...

Sự phát triển của hệ thống đo lường và đo lường-điều khiển đã làm thay đổi về chất lượng bản thân quá trình đo. Ngoài các đại lượng ra, người ta còn so sánh

được cả các quá trình có nhiều tham số và đặc trưng. Đo lường học cần nghiên cứu để đảm bảo tính thống nhất, đúng đắn và chính xác của lĩnh vực đo lường-điều khiển này.

Hiện nay, các vấn đề về số hoá, tự động hoá, tin học hóa quá trình đo; các vấn đề về công nghệ tiết kiệm năng lượng và nguồn lực sẽ có ảnh hưởng quyết định đến sự phát triển tương lai của khoa học và công nghệ. Đo lường học là một bộ phận có tính chất quyết định trong những công nghệ trên của thế kỷ 21. Những lĩnh vực đo sau đây có thể sẽ phát triển rất sôi động:

- Vi điện tử;
- Công nghệ nano;
- Công nghệ hệ thống micro;
- Photon học;
- Siêu dẫn;
- Phần mềm.
- Chuyển đổi số trong đo lường

Đo lường trong lĩnh vực hoá học cũng rất quan trọng đối với sức khoẻ, y học, nông nghiệp, thực phẩm, môi trường, hoá phân tích... Vấn đề liên kết các đại lượng vật lý trong hóa học với đơn vị cơ bản mol và các đơn vị dẫn xuất SI khác cũng đang cần giải quyết.

Trong lĩnh vực lý thuyết, nhiệm vụ quan trọng là tiếp tục phát triển lý thuyết toán thống kê và hàm ngẫu nhiên để ứng dụng vào việc xử lý các kết quả đo, thống nhất cách tính toán và trình bày độ không đảm bảo của phép đo (độ không đảm bảo đo).

Việc áp dụng rộng rãi các phương pháp kiểm tra và điều chỉnh tự động yêu cầu bổ sung thêm cho hoàn chỉnh các khái niệm và quan niệm đo lường đó được hình thành. Các phương pháp và phương tiện đo dùng trong y học, trong xây dựng, trong công nghiệp hoá và trong các lĩnh vực khoa học-công nghệ khác đòi hỏi phải hoàn thiện thêm. Đặc biệt các phương pháp và phương tiện đo dùng trong thử nghiệm và kiểm tra chất lượng sản phẩm đang ngày càng là một nội dung quan trọng của đo lường học. Đó hình thành và ngày càng phát triển một lĩnh vực đo mới: lĩnh vực đo lường chất lượng.

Trong lĩnh vực đo lường học pháp định cần nghiên cứu các biện pháp về quản lý, các quy định, các điều lệ v.v ... làm cơ sở pháp lý cho việc đảm bảo tính thống nhất và độ chính xác cần thiết của phép đo trong từng nước cũng như trên toàn thế giới.

Hạ tầng chất lượng Quốc gia (National Quality Infrastructure-NQI) là nền tảng của một nền kinh tế ổn định và thành công. Các trụ cột của NQI bao gồm đo

lường, tiêu chuẩn, công nhận. NQI gồm các dữ liệu hợp lệ dựa trên các phép đo có độ chính xác cao, do đó NQI có mối quan hệ chặt chẽ với đo lường. Đo lường học, tiêu chuẩn hoá và hoạt động công nhận có mối liên hệ mật thiết với nhau. Cần nghiên cứu để giải quyết một số vấn đề của đo lường học bằng con đường tiêu chuẩn hoá như vấn đề thống nhất đơn vị đo, vấn đề xây dựng các cơ sở pháp lý để đảm bảo tính thống nhất và độ chính xác cần thiết của các phép đo và phương tiện đo v.v...

Cuộc cách mạng Công nghiệp 4.0 đòi hỏi hoạt động đo lường phải có sự chuyển đổi để thích ứng với nhu cầu, mục tiêu của xã hội hiện nay. Các nhà nghiên cứu của các Viện Đo lường Quốc gia (NMIs) đang hướng tới chuyển đổi số trong đo lường. Đo lường công nghiệp với các chứng chỉ hiệu chuẩn máy cho phép các tổ chức trao đổi các chứng chỉ hiệu chuẩn thông qua công nghệ số. Trong đo lường pháp định, đo lường sẽ hỗ trợ ngành công nghiệp và các cơ quan quản lý nhà nước về đo lường trong việc đo lường thông minh và đo lường điện tử... Đồng thời các NMIs có thể hợp tác để tạo ra Đám mây Đo lường nhằm hỗ trợ dẫn xuất, hiệu chuẩn, kiểm định theo hướng số hóa.

Những vấn đề trên cũng đang đặt ra đối với các cán bộ nghiên cứu khoa học đo lường ở nước ta, có khác chăng so với các nước tiên tiến chỉ là ở phạm vi và trình độ của những vấn đề cần giải quyết mà thôi.

Trong thời gian qua, đất nước ta có sự chuyển biến mạnh mẽ trong việc từng bước công nghiệp hóa, hiện đại hóa, từng bước tiến tới tiệm cận cuộc cách mạng công nghiệp 4.0. Đi theo bước tiến chung đó, ngành công nghiệp gia công chế tạo, đặc biệt là ngành cơ khí chính xác – ngành đem lại giá trị rất cao, càng ngày càng phát triển cả về số lượng và chất lượng cao; các sản phẩm, chi tiết ngày càng đa dạng hơn và có độ chính xác cao hơn trước. Do đó, khoa học đo lường cũng có những phát triển mới. Cuốn sách “Cơ sở đo lường học” được biên soạn gần nhất từ năm 1998. Chính vì thế, yêu cầu cần phải bổ sung, hoàn thiện cuốn sách “Cơ sở đo lường học” nói trên để có thể cập nhật những vấn đề mới của khoa học đo lường là cần thiết.

Tài liệu “Cơ sở đo lường học” được biên soạn dựa trên nội dung đã có và cập nhật bổ sung những thay đổi và phát triển trong hơn 20 năm qua dựa trên cơ sở hướng dẫn do Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO), Tổ chức đo lường pháp định quốc tế (OIML), Viện cân đo quốc tế (BIPM) và một số tổ chức quốc tế khác công bố. Tài liệu gồm 6 chương, các vấn đề về đại lượng, đơn vị và hệ đơn vị được trình bày trong Chương 1. Chuẩn đo lường với các khái niệm, định nghĩa về chuẩn đo lường cũng như khái niệm về liên kết chuẩn được trình bày trong Chương 2. Các vấn đề về phương pháp đo, sai số, độ không đảm bảo đo được trình bày tại Chương 3. Chương 4 dành riêng cho phương tiện đo với những khía

niệm, định nghĩa và phân loại, cấu tạo, nguyên lý làm việc của phương tiện đo. Hiệu chuẩn, kiểm định, đo và thử nghiệm được đề cập đến tại Chương 5, đây là vấn đề rất quan trọng và cần thiết mà những người làm công tác đo lường cần tiếp cận. Chương 6 với nội dung “Chuyển đổi số trong đo lường” là một chương hoàn toàn mới giúp bạn đọc có cái nhìn bao quát hơn về mục tiêu cốt lõi, vấn đề trọng tâm của chuyển đổi số trong đo lường trên “Nền tảng cách mạng Công nghiệp 4.0” cũng như định hướng và chiến lược thực hiện trong chuyển đổi số.

Tài liệu có thể dùng làm tài liệu giảng dạy và học tập cho các lớp đào tạo về hiệu chuẩn, đo lường, chất lượng của các ngành, địa phương và cơ sở; trong các trường đại học và trung học chuyên nghiệp hoặc có thể dùng tham khảo để nâng cao trình độ cho cán bộ làm công tác tiêu chuẩn, đo lường, chất lượng, cán bộ khoa học kỹ thuật và sinh viên các trường đại học cần tìm hiểu về vấn đề này.

Hà Nội, tháng 3/2024

Viện Đo lường Việt Nam

Bùi Quốc Thụ và cộng sự

(Lưu ý: Nếu Quý độc giả quan tâm bản đầy đủ tài liệu kỹ thuật đo xin liên hệ theo số điện thoại 0913021949)