

ĐÁNH GIÁ KHÔNG PHÁ HỦY (nondestructive evaluation)

Đánh giá không phá hủy (NDE) là một kỹ thuật được sử dụng để thăm dò kết cấu và đặc tính của vật liệu mà không gây ra thiệt hại. Nó đã trở thành một công nghệ cực kỳ đa dạng và đa ngành về các lĩnh vực vật lý ứng dụng, trí tuệ nhân tạo, kỹ thuật y sinh, khoa học máy tính, kỹ thuật điện, kỹ thuật điện tử, khoa học vật liệu, kỹ thuật cơ khí và kỹ thuật kết cấu. Trong lịch sử, các kỹ thuật NDE hầu như chỉ được sử dụng để phát hiện các chỗ hư hỏng (hầu hết là các vết nứt) trong các kết cấu đã được sản xuất hoặc đưa vào sử dụng. Sử dụng NDE cho mục đích này thường được gọi là kiểm tra không phá hủy (NDT).

Việc sử dụng các phương pháp NDE là xác định không phá hủy các đặc tính vật liệu (trái ngược với việc để lộ các sai sót và chỗ hư hỏng). Đặc tính thường đặt ra để thiết lập các giá trị tuyệt đối hoặc tương đối của các tính chất vật liệu như độ bền cơ học (mô đun đàn hồi), độ dẫn hoặc khuếch tán nhiệt, tính chất quang, thông số từ trường, biến dạng dư, điện trở suất, thành phần hợp kim, trạng thái lưu hóa polymers, định hướng tinh thể và mức độ hoàn hảo của tinh thể. Đặc tính không phá hủy cũng có thể được sử dụng cho một loạt các đặc tính chuyên biệt khác có liên quan đến một số khía cạnh của quá trình xử lý vật liệu trong sản xuất bao gồm xác định các đặc tính thay đổi như thế nào theo hướng bên trong vật liệu, một đặc tính được gọi là tính dị hướng.

Nhiều nỗ lực đã hướng đến việc phát triển các kỹ thuật có khả năng giám sát và kiểm soát quá trình sản xuất vật liệu, tính ổn định của vật liệu trong quá trình vận chuyển và bảo quản chế tạo, lượng và tốc độ suy thoái trong thời gian sử dụng sau chế tạo cho cả thành phần và cấu trúc. Giám sát quy trình thời gian thực để kiểm soát quy trình hiệu quả hơn, chất lượng sản phẩm được cải thiện và tăng độ tin cậy. Nói một cách đơn giản, sản xuất thông minh là không thể nếu không tích hợp NDE hiện đại vào hệ thống sản xuất. Những gì đã từng là một tập hợp không có hệ thống của các kỹ thuật đã trở thành một bộ công cụ mạnh mẽ nếu được sử dụng trong suốt quá trình sản xuất có thể giúp chuyển đổi quy trình đó để làm cho sản phẩm tốt hơn và cạnh tranh hơn.

MỘT SỐ CÔNG NGHỆ NDE ĐÃ ĐƯỢC SỬ DỤNG

Kiểm tra trực quan

Đây là công cụ NDE lâu đời nhất và linh hoạt nhất. Khi kiểm tra bằng mắt, một công nhân kiểm tra một vật liệu chỉ bằng thị lực. Việc kiểm tra bằng mắt thường chủ yếu dựa vào cảm nhận thông thường và dễ dẫn đến kết quả không ổn định vì con người không hiểu được chính xác những gì được nhìn thấy.

Chất thấm (hoặc thuốc nhuộm) dạng lỏng

Phương pháp tăng cường thị giác này sử dụng thuốc nhuộm lỏng có màu sáng để thấm và lưu lại trong các vết nứt bề mặt rất mịn sau khi bề mặt được làm sạch thuốc nhuộm còn sót lại.

Hạt từ tính

Phương pháp trực quan tăng cường này yêu cầu một từ trường được tạo ra bên trong một đối tượng kiểm tra dạng sắt từ. Rò rỉ từ thông xảy ra ở những nơi không liên tục trên bề mặt. Các hạt từ tính (bột khô hoặc chất lơ lửng) được thu giữ tại vị trí rò rỉ và có thể dễ dàng nhìn thấy với ánh sáng thích hợp.

Dòng điện xoáy

Phương pháp này sử dụng một đầu dò được giữ gần bề mặt của đối tượng thử nghiệm dẫn điện. Đầu dò là một cuộn dây mảnh trên một ống chỉ phẳng được cung cấp năng lượng bởi một dao động xoay chiều tạo ra từ trường xoay chiều trực giao với ống chỉ. Từ trường dao động xuyên qua vật thí nghiệm gây ra dòng điện có hình ảnh dao động tròn trong mặt phẳng của bề mặt. Nếu cuộn dây được di chuyển trên bề mặt không liên tục trong hoặc gần bề mặt làm nhiễu loạn dòng của dòng điện cảm ứng. Nó có thể được phát hiện như là sự thay đổi trong trở kháng mà cuộn dây ban đầu tạo ra cho bộ dao động xoay chiều.

Tia X

Chúng cung cấp một cái nhìn sâu sắc và đa dạng về vật liệu nhưng chúng hơi bị hạn chế để sử dụng trong lĩnh vực này. Chụp ảnh bằng tia X giống như chụp X quang, ngoại trừ việc nó được sử dụng để chụp hình ảnh các vật liệu hơn là dùng cho con người. Chụp cắt lớp vi tính là phiên bản không dành cho người của quét CAT trong y tế. Các hệ thống tia X flash hoặc xung có thể cung cấp hình ảnh tia X cho các trường hợp động giống như máy ảnh có đèn flash có thể “đóng băng” vận động viên trong không trung hoặc một con ngựa ở vạch đích. (Một số hệ thống này có kích thước

như chiếc vali và hoạt động bằng pin). Nhiều xạ tia X có thể cung cấp thông tin về các chỗ hỏng tinh thể trong những vật như cánh quạt đơn tinh thể của động cơ phản lực (và turbines khí trên mặt đất) và đơn tinh thể bán dẫn. Phương pháp soi vô tuyến thời gian thực và nhiều xạ tia X thời gian thực sử dụng máy ảnh thiết bị kép (CCD), bộ tăng cường hình ảnh và màn hình chất huỳnh quang để ghi lại hình ảnh tia X với tốc độ video và nhanh hơn. Hình ảnh được chuyển trực tiếp đến máy tính nơi xử lý hình ảnh kỹ thuật số có thể nâng cao tính hữu ích của chúng.

Phát âm thanh

Kỹ thuật này thường sử dụng một đầu dò áp điện băng rộng để lắng nghe tiếng ồn âm thanh. Ban đầu, phát xạ âm (AE) xuất hiện như một công nghệ thu hút vì các cảm biến của nó có thể được cấu hình để lắng nghe mọi lúc, do đó ghi lại sự kiện phát xạ âm bất kể khi nào nó xảy ra. Ngược lại, các phương pháp siêu âm chỉ thu thông tin khi tiến hành dò tích cực. Nhiều cố gắng đã được thực hiện để sử dụng phát xạ âm thanh để phát hiện biến dạng dẻo và sự phát triển vết nứt trong kết cấu như một phương tiện giám sát về tình trạng hệ thống. Ngoại trừ một số trường hợp đặc biệt, những thực nghiệm nhằm sử dụng rộng rãi hơn sự phát xạ âm thanh nói chung đã thất bại. Sự phát triển của vết nứt chắc chắn tạo ra phát xạ âm thanh nhưng nhiều cơ chế khác cũng vậy. Ví dụ, một cây cầu trên đường cao tốc có giao thông qua lại sẽ tạo ra nhiều tiếng ồn từ nhiều nguồn khác nhau nhưng không gây nguy hại. Khó khăn là việc phân lập các tín hiệu nếu có xảy ra bởi sự phát triển vết nứt. Trước khi công nghệ phát xạ âm có thể được sử dụng với đầy đủ tiềm năng của nó, nhận dạng các cơ chế nguồn và sự thay đổi kết cấu liên quan của vật liệu và kết cấu phải được hiểu rõ hơn.

Bản đồ nhiệt

Kỹ thuật này sử dụng một máy ảnh hồng ngoại thời gian thực giống như một máy quay phim gia đình ngoại trừ việc nó tạo hình ảnh bằng cách sử dụng các photon hồng ngoại thay vì các photon nhìn thấy được. Tốc độ hình ảnh có thể thay đổi từ vài khung hình trên giây đến hàng trăm khung hình trên giây. Việc lựa chọn máy ảnh phụ thuộc vào sự cân bằng giữa các yêu cầu về độ nhạy sáng tốc độ khung hình và độ phân giải. Một máy ảnh hồng ngoại thương mại tiêu biểu có thể dễ dàng có hình ảnh đường nhiệt được vẽ trên giấy ở nhiệt độ phòng. Một bước đột phá là việc thay thế các cảm biến máy ảnh chỉ nhìn thấy một pixel tại một thời điểm bằng các cảm biến có

toàn bộ trường pixel được phát hiện đồng thời. Hệ quả của sự phát triển này là toàn bộ hình ảnh hồng ngoại có thể được tách ra khỏi một chuỗi giống như khung hình dừng lại tại một thời điểm xác định sau một sự kiện. Nếu hình ảnh có nhiều ngẫu nhiên (như tuyết trong hình ảnh TV) và nếu sự kiện có thể lặp đi lặp lại thì hình ảnh có thể được lọc sau cùng một khoảng thời gian trễ. Đặt những hình ảnh giống hệt nhau như vậy lại với nhau sẽ làm tăng độ rõ nét của hình ảnh và giảm tuyết.

Sóng siêu âm tiếp xúc

Kỹ thuật này là công cụ của công nghệ NDE truyền thống. Nó sử dụng một đầu dò được giữ tiếp xúc với đối tượng kiểm tra để phóng xung siêu âm và nhận sự phản hồi. Các xung này là sóng dao động cơ học thường chứa các tần số trong dải megahertz. Các đầu dò thường là các phần tử áp điện được điều chỉnh đến dải tần hẹp (tần số cộng hưởng của chúng) và thường cần một bộ ghép (chẳng hạn như mỡ bôi trơn đặc biệt) để đảm bảo truyền rung động hiệu quả vào đối tượng kiểm tra. Trong một số trường hợp, một đường dẫn nước được sử dụng để ghép nối đầu dò với đối tượng thử nghiệm. Để tìm kiếm các lỗ hổng bên trong, đầu dò tương tự thường được sử dụng để khởi động một xung đầu tiên và sau đó nhận được sự phản hồi của nó. So sánh sự phản hồi từ phía bên kia của đối tượng với sự phản hồi trở lại trước đó xác định vị trí của lỗ hổng. Thường có lợi khi sử dụng một đầu dò thứ hai chỉ hoạt động như một đầu thu. Vận tốc và sự suy giảm của sóng có thể được xác định và lần lượt cung cấp thông tin về các đặc tính của vật liệu như kích thước hạt, mô đun đàn hồi và độ xốp.

LÃ ĐỨC VIỆT

Tài liệu tham khảo

1. H. L. M. dos Reis, *Nondestructive Testing and Evaluation for Manufacturing and Construction*, Hemisphere Publishing, New York, 1990.
2. J. Holbrook and J. Bussiere (eds.), *Nondestructive Monitoring of Materials Properties*, Materials Research Society, Pittsburgh, 1989.
3. J. Krautkramer and H. Krautkramer, *Ultrasonic Testing of Materials*, 3d ed., Springer-Verlag, New York, 1983.