



BẢO TỒN DI SẢN VĂN HÓA: TỪ GÓC NHÌN CỦA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT HẠT NHÂN



Đinh Văn Chiến

Bộ Khoa học và Công nghệ

“

Lịch sử của loài người đã trải qua quá trình dài hình thành và phát triển. Những di sản văn hóa, đồ tạo tác để lại là minh chứng sống động và xuyên suốt về nền văn hóa và văn minh của nhân loại. Việc nghiên cứu và bảo tồn các di sản văn hóa, đồ tạo tác không chỉ có ý nghĩa lưu giữ những minh chứng lịch sử cho thế hệ mai sau, mà còn trở thành động lực phát triển cho ngành du lịch và các ngành công nghiệp liên quan, góp phần thúc đẩy kinh tế - xã hội. Đặc biệt khi những thành tựu của khoa học và công nghệ, trong đó có khoa học và kỹ thuật hạt nhân đang ngày càng thể hiện được vai trò và hiệu quả đối với lĩnh vực này.

”

Những nghiên cứu, ứng dụng khoa học trong lĩnh vực khảo cổ và văn hóa nghệ thuật có khởi nguồn từ cộng đồng châu Âu. Trong một công trình được xuất bản vào cuối thế kỷ XVIII, nhà khoa học người Đức Martin Heinrich Klaproth đã công bố một số kết quả phân tích liên quan đến các mẫu tiền kim loại của Hy Lạp và La Mã [1]. Đây được xem là chỉ dấu đầu tiên cho những hoạt động nghiên cứu di sản được khởi xướng sau đó, mà điển hình là việc ra đời của Bảo tàng Thí nghiệm do Friedrich Rathgen thành lập năm 1888 tại Đức, dành riêng cho việc nghiên cứu và bảo tồn di sản văn hóa [2].



Bảo quản xác ướp Pharaoh Ramesses II của Ai Cập cổ đại tại Bảo tàng Musée de l'Homme (Paris, Pháp) bằng phương pháp xử lý bức xạ.



Trong suốt nửa đầu thế kỷ XX, nhiều phòng thí nghiệm mới về bảo tồn di sản văn hóa được thành lập với mục tiêu phân tích thành phần vật liệu và tìm hiểu công nghệ chế tác của các đồ khảo cổ, đồ tạo tác, cũng như những nỗ lực nhằm xây dựng một hệ thống các phương pháp và nền tảng cơ sở cho ngành khoa học bảo tồn. Cho đến nay, công tác nghiên cứu và bảo tồn di sản văn hóa đã ngày càng trở nên quan trọng và mang lại nhiều giá trị cho xã hội, bởi lẽ: (i) Di sản văn hóa là nguồn tài nguyên không thể tái tạo, do đó cần được đặc biệt quan tâm và có cơ chế quản lý bền vững cho thế hệ hôm nay và mai sau; (ii) Di sản văn hóa là chìa khóa của phát triển du lịch, đặc biệt là ở những khu vực đang xem du lịch như là một trong những nguồn lực quan trọng trong phát triển kinh tế; (iii) Di sản văn hóa còn trở thành chủ thể tiềm năng, thúc đẩy sự phát triển của các ngành công nghiệp liên quan trong công tác bảo tồn và phục hồi di sản.

Khoa học hạt nhân trong nghiên cứu bảo tồn và phục hồi di sản văn hóa

Bảo tồn và phục hồi di sản văn hóa là quá trình bảo vệ đối tượng di sản trước tác động của môi trường và phục chế những thành phần bị hư hỏng theo dữ liệu lịch sử. Bằng phương pháp xử lý bức xạ sử dụng nguồn Co-60, các đối tượng khảo cổ, di sản như xác ướp cổ đại, tranh vẽ, tác phẩm sách giấy đã được xử lý thành công để diệt trừ côn trùng, nấm mốc [3]. Với các đồ tạo tác kim loại, phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) và nhiễu xạ tia X đã được sử dụng để mô tả đặc tính của các sản phẩm ăn mòn [4]. Trong nhiều trường hợp cần phải kiểm tra cấu trúc bên trong của đồ tạo tác, tranh vẽ trước khi xử lý hoặc để kiểm tra kết quả xử lý, chụp X quang hoặc chụp ảnh bức xạ neutron là những phương pháp hiệu quả [5].

Việc khôi phục các mẫu vật di sản văn hóa như tranh vẽ, tượng phù điêu đã xuống cấp đòi hỏi kiến thức và những thông tin về thành phần vật liệu và quy trình tạo tác. Nhiều kỹ thuật hạt nhân đã được sử dụng để phân tích

thành phần và phục vụ xây dựng các quy trình thích hợp nhằm phục hồi các đối tượng di sản. Chẳng hạn như, sự kết hợp giữa kính hiển vi quét điện tử cùng kỹ thuật phân tích tán sắc năng lượng hoặc bước sóng có thể cho phép thu thập thông tin về thành phần nguyên tố của các sắc tố và lớp sơn của tranh vẽ hay tiết diện mặt cắt của đồ tạo tác bằng thủy tinh hoặc kim loại [6].

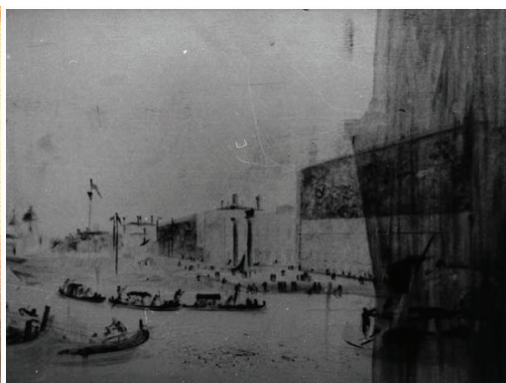
Xác định nguồn gốc khảo cổ và di sản văn hóa

Nguồn gốc mẫu khảo cổ và di sản văn hóa được xác định dựa trên đặc trưng về thành phần nguyên tố của vật liệu theo phân bố địa lý. Điều này có nghĩa là ở mỗi khu vực địa lý khác nhau, vật liệu sẽ mang đặc trưng nhất định về thành phần nguyên tố và khi phân tích thành phần nguyên tố “chỉ thị” để đối chiếu với dữ liệu mẫu tham chiếu sẽ xác định được nguồn gốc địa lý của vật liệu.

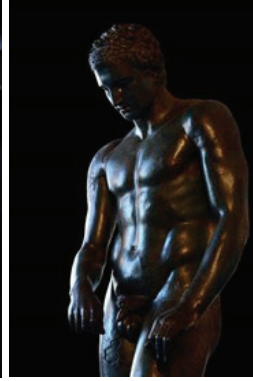
Một năm sau đề xuất đầu tiên của J.R. Oppenheimer (Mỹ) về việc áp dụng các phương pháp sử dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu khảo cổ (1956), 2 nhà khoa học R.W. Dodson và E.V. Sayre làm việc tại Phòng thí nghiệm quốc gia Brookhaven đã công bố công trình liên quan đầu tiên về “Nghiên cứu kích hoạt neutron của các mảnh gốm Địa Trung Hải” [7]. Trong công trình nghiên cứu này, các nhà khoa học đã sử dụng phương pháp phân tích kích hoạt neutron để xác định thành phần nguyên tố của các mảnh gốm có nguồn gốc từ Địa Trung Hải. Phương pháp này dựa trên phản ứng giữa neutron và hạt nhân của mẫu nghiên cứu nhằm xác định hàm lượng của các thành phần nguyên tố chứa trong mẫu thông qua hoạt độ của các tia gamma đặc trưng phát ra.

Với sự ra đời của máy dò germanium có độ phân giải cao, các ứng dụng kỹ thuật hạt nhân đã nhận được nhiều sự quan tâm, trong đó nhiều vật liệu như thủy tinh, tiền xu đã được phân tích thành phần nguyên tố “chỉ thị” để phân biệt nguồn gốc hoặc xác định hàm lượng kim loại quý. Từ những năm 1970, phương pháp phân tích kích hoạt neutron (NAA) đã được công nhận là phương pháp được lựa chọn để phân loại và xác định nguồn gốc các mẫu vật khảo cổ (mẫu đất sét, đồ gốm, thủy tinh, kim loại, đá, xương...) [8].

Quá trình nghiên cứu, phân tích các mẫu vật khảo cổ cho thấy cấu trúc vi mô có liên quan chặt chẽ đến các tính chất vật liệu và quá trình chế tạo. Phương pháp nhiễu xạ neutron theo thời gian đã được phát triển gần đây để phân tích cấu trúc vi mô



Bức tranh sơn dầu “Doges Palace in Venice” của danh họa M. Marieschi (1710-1743) được kiểm tra cấu trúc bên trong bằng phương pháp chụp ảnh bức xạ.



Con thuyền La Mã cổ đại Arles-Rhône 3 và bức tượng đồng cổ đại Apoxyomenos.

của vật liệu. Nhiễu xạ neutron theo thời gian là phương pháp trực tiếp để kiểm tra các đặc tính cấu trúc của nhiều loại vật liệu như gốm, bột màu, đá, kim loại và cung cấp các thông tin kết cấu vi mô bao gồm thành phần, trạng thái pha, cấu trúc tinh thể, từ tính, biến dạng vi mô. Việc đối chiếu giữa các thông tin về đặc tính cấu trúc, kết cấu vi mô với các kỹ thuật chế tạo lịch sử (đúc, cán, dập, nung nóng...) có thể giúp phân biệt các mẫu vật khảo cổ, đồ tạc tác giả [9].

Đánh giá niên đại cổ vật

Một trong những mục tiêu chính trong nghiên cứu di sản văn hóa là việc xác định các sự kiện lịch sử theo trình tự thời gian. Điều này đòi hỏi khả năng thực hiện phân tích chính xác niên đại của các mẫu vật liên quan đến các hoạt động của con người trong quá khứ.

Xác định niên đại bằng carbon phóng xạ (C-14) [10] là một trong những phương pháp xác định niên đại tin cậy được sử dụng và biết đến rộng rãi hiện nay. Đây là phương pháp sử dụng các thuộc tính của đồng vị C-14 - một đồng vị có tính phóng xạ nhằm xác định niên đại của các cổ vật có chất liệu hữu cơ. C-14 là đồng vị phóng xạ có chu kỳ phân rã vào khoảng 5.730 năm, được tạo ra trong bầu khí quyển Trái đất do tác động của tia vũ trụ với nitơ. C-14 tồn tại trong mẫu vật do quá trình trao đổi chất của động/thực vật trong khí quyển. Do đó, khi đo lượng C-14 còn lại của một mẫu vật như mảnh gỗ hoặc mảnh xương sẽ cho phép xác định được niên đại sống của mẫu vật phân tích.

Phương pháp định tuổi bằng carbon phóng xạ đã được 2 nhà khoa học J.R. Arnold và W.F. Libby (Mỹ) phát triển vào năm 1949, kể từ đó đến nay đã trở thành công cụ không thể thiếu trong các hoạt động khảo cổ học. Năm 1960, W.F. Libby đã được trao giải Nobel hóa học cho khám phá này khi lần đầu tiên chứng minh được tính chính xác tuyệt đối của phương pháp xác định niên đại bằng carbon phóng xạ, khi đo chính xác tuổi của mẫu gỗ

từ một chiếc sà lan của hoàng gia Ai Cập cổ đại.

Sự phát triển của phương pháp xác định niên đại C-14 đã mang lại một cuộc cách mạng cho ngành khảo cổ vì giúp xác định được niên đại của các trầm tích một cách độc lập với dữ liệu về cấu trúc địa tầng cũng như chứng tích để lại từ các đồ tạc tác. Hiện nay, với độ nhạy cao của phương pháp khi sử dụng phép đo khối phổ gia tốc (AMS) đã cho phép xác định niên đại của các mẫu vật chỉ chứa một hàm lượng rất nhỏ carbon (cỡ miligam).

Một số ứng dụng điển hình của khoa học và kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu và bảo tồn di sản văn hóa

Năm 1996, một bức tượng đồng cổ đại bí ẩn - với tên gọi Apoxyomenos đã được khám phá tại vùng nước sâu 45 mét ở Vele Orjule, một hòn đảo nhỏ của Croatia. Do quá trình ăn mòn diễn ra nhanh nên năm 1999 bức tượng đã được đưa lên phục hồi [11]. Sau khi hoàn thành vào năm 2005, các nhà khảo cổ học không xác định được bức tượng này là của người La Mã hay Hy Lạp vì mô-típ của Apoxyomenos có sự tương đồng giữa đặc trưng La Mã và Hy Lạp.

Cho đến năm 2009, việc xác định nguồn gốc của Apoxyomenos đã có kết quả với sự trợ giúp của máy gia tốc. Các nhà nghiên cứu đã áp dụng khối phổ gia tốc vào vật liệu hữu cơ được tìm thấy bên trong Apoxyomenos, từ đó đã xác định được niên đại của bức tượng vào khoảng giữa năm 100 trước Công Nguyên và năm 250 sau Công Nguyên. Bên cạnh đó, kỹ thuật phát xạ cảm ứng tia X bởi hạt tích điện dựa trên máy gia tốc (PIXE) cũng đã được sử dụng để xác định thành phần ban đầu của hợp kim và khối phổ plasma kết hợp cảm ứng đa thu để hiểu rõ hơn về thành phần đồng vị chi của bức tượng. Qua đó, Apoxyomenos được xác định có nguồn gốc từ dãy Alps phía Đông hoặc Sardinia và là bản sao La Mã của bản gốc Hy Lạp.

Vào năm 2014, các nhà nghiên cứu đã kiểm tra Apoxyomenos một lần nữa bằng cách sử dụng kỹ thuật PIXE với độ phân giải cao. Kết quả phân tích cho thấy, đôi môi của bức tượng được dát một loại đồng rất nguyên chất không pha kim loại. Hình ảnh chụp X-quang cho thấy, cấu trúc các lớp khảm, cũng như các kỹ thuật ghép phức tạp của các chi. Các nhà nghiên cứu kết luận rằng, Apoxyomenos được tạo ra thông qua kỹ thuật đúc gián tiếp bằng sáp, sử dụng hợp kim có thành phần chì thấp và là bản sao của một bức tượng cổ hơn nhiều - giữa thế kỷ thứ tư trước Công Nguyên.



Kỹ thuật hạt nhân trong khảo cổ học không chỉ giới hạn ở việc phân tích đặc điểm cấu trúc, thành phần của mẫu vật mà các chùm bức xạ từ lâu đã đóng một vai trò quan trọng trong việc bảo quản đồ tạo tác. Xác ướp nổi tiếng 3.200 tuổi của Pharaoh Ai Cập Ramses II được xử lý bức xạ vào năm 1977 để loại bỏ nấm và côn trùng [12]. Kể từ đó, công nghệ này đã được sử dụng liên tục trong nhiều dự án khác.

Năm 2004, ở độ sâu khoảng 4 mét dưới bề mặt sông Rhône ở Arles (Pháp), một con thuyền La Mã từ thế kỷ thứ nhất sau Công Nguyên đã được phát hiện. Được mệnh danh là “Arles-Rhône 3”, sà lan gỗ sồi dài 31 mét này có thể đã bị đánh chìm bởi một trận lũ quét và được bao phủ bởi một lớp đất sét mịn. Lớp đất sét này đã giúp bảo quản con thuyền và các đồ tạo tác có giá trị, nhưng vi khuẩn kỵ khí đã hòa tan cellulose của gỗ và được thay thế bằng nước. Điều này đã đặt ra một thách thức vào năm 2011 khi các nhà nghiên cứu lên kế hoạch đưa con thuyền lên khỏi lòng sông để trưng bày trong bảo tàng, bởi vì thân gỗ sẽ bị mục nát trong môi trường không có nước.

Để giải quyết vấn đề này, một giải pháp đã được đưa ra đó là ngâm tẩm con thuyền trong polyethylene glycol, sau đó làm đông khô và cho xử lý bằng bức xạ [13]. Điều này đã giữ cho các thớ gỗ chắc lại với nhau giúp con thuyền được bảo quản nguyên vẹn. Thành quả ngày nay chính là việc

du khách khi đến Pháp có thể đến thăm con thuyền Arles-Rhône 3 tại Bảo tàng thuộc khu hành chính Arles cổ đại.

Một số kết quả ứng dụng điển hình nêu trên là minh chứng thuyết phục cho thấy khả năng và ưu thế của các phương pháp sử dụng kỹ thuật hạt nhân trong lĩnh vực nghiên cứu và bảo tồn các di sản văn hóa và còn rất nhiều những kết quả ứng dụng này từ các quốc gia như Hà Lan, Romania, Brazil, Tunisia... Vào năm 2017, Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) đã phát hành ấn phẩm *Ứng dụng bức xạ ion hóa để bảo tồn di sản văn hóa hữu hình* [14], trong đó giới thiệu rộng rãi việc áp dụng thành công các kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu và bảo tồn di sản văn hóa trên khắp thế giới.

Sự hợp tác giữa khoa học, khảo cổ và văn hóa ngày nay đang diễn ra mạnh mẽ trên nhiều góc độ, trong đó có vai trò đóng góp đáng kể của các tổ chức quốc tế như Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên hợp quốc (UNESCO) hay IAEA. Thông qua các chương trình hợp tác kỹ thuật, chương trình nghiên cứu phối hợp, IAEA đang tích cực hỗ trợ quốc gia thành viên sử dụng các kỹ thuật hạt nhân và kỹ thuật liên quan để thực hiện nghiên cứu bảo tồn, phục hồi, xác định nguồn gốc và niên đại các di sản văn hóa ☞

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L.H. Cope (1976), *The Metallurgical Development of The Roman Imperial Coinage During The First Five Centuries A.D.*, A thesis for the degree of Doctor of Philosophy, 85pp.
- [2] M. Gilberg (1987), “Friedrich rathgen: The father of modern archaeological conservation”, *Journal of The American Institute for Conservation*, **26(2)**, pp.105-120.
- [3] M. Adamo, G. Magaudda, A.Tata (2004), “Radiation technology for cultural heritage restoration”, *Restaurator*, **25(3)**, pp.159-170, DOI:10.1515/REST.2004.159.
- [4] J. Lang, J. Tum, A. Middleton (2005), *Radiography of Cultural Material*, 2nd edn, Elsevier, Amsterdam and New York, 208pp.
- [5] J.J. Rant, Z. Milič, P. Turk, et al. (2005), “Neutron radiography as an NDT method in archaeology”, *Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering*, Proc. 8th Int. Conf. Portorož, Slovenia, pp.181-188.
- [6] M. Schreiner, M. Melcher, K. Uhlir (2007), “Scanning electron microscopy and energy dispersive analysis: Applications in the field of cultural heritage”, *Anal. Bioanal. Chem.*, **387(3)**, pp.737-747, DOI:10.1007/s00216-006-0718-5.
- [7] E.V. Sayre, R.W. Dodson (1957), “Neutron activation study of mediterranean potsherds”, *Am. J. Archaeol.*, **61**, pp.35-41.
- [8] M.D. Glascock (2000), “The status of activation analysis in archaeology and geochemistry”, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **244**, pp.537-541.
- [9] W. Kockelmann, S. Siano. N. Bartoli, et al. (2006), “Applications of TOF neutron diffraction in archaeometry”, *Appl. Phys. A*, **83(2)**, pp.175-182, DOI:10.1007/s00339-006-3503-6.
- [10] L. A. Currie (2004), “The remarkable metrological history of radiocarbon dating”, *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.*, **109(2)**, pp.185-217.
- [11] M. Madsen (2022), “Ancient Roman archaeology resurfaces with nuclear science”, *IAEA Bulletin*, **63-2**.
- [12] L. Balout, C. Roubet, C.D. Noblecourt (1985), *La momie de Ramsès II: Contribution Scientifique à L'égyptologie*, Editions Recherche sur les civilisations, Paris (1985), 432pp.
- [13] Q.K. Tran, L. Cortella (2017), *The State of The Art in Radiation Processing for Cultural Heritage in France*, IAEA Radiation Technology Series No.6, pp.221-228.
- [14] International Atomic Energy Agency (2017), *Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation*, IAEA Radiation Technology Series No.6, 241pp.