

# CÔNG NGHỆ HẠT NHÂN TRONG PHÒNG CHỐNG TỘI PHẠM

Đỗ Ngọc Điệp

Cục Năng lượng Nguyên tử, Bộ Khoa học và Công nghệ

Trong đảm bảo an ninh, phòng chống tội phạm, ứng dụng của công nghệ hạt nhân vẫn còn khá mới mẻ. Công nghệ hạt nhân sử dụng các kỹ thuật hạt nhân để phân tích các mẫu bằng chứng pháp y liên quan đến tội phạm, từ buôn bán ma túy đến giết người hoặc làm giả các sản phẩm có giá trị cao. Hơn thế nữa, công nghệ hạt nhân còn được sử dụng nhằm kiểm soát, phát hiện và xử lý các vật liệu phóng xạ và hạt nhân được vận chuyển và buôn bán bất hợp pháp. Các kỹ thuật hạt nhân như phân tích sử dụng tia X, phân tích kích hoạt neutron, phân tích chùm hạt ion, phân tích carbon phóng xạ... là những phương pháp phổ biến nhất, bổ sung cho các phương pháp truyền thống trong điều tra pháp y.

**S**ự phát triển nhanh chóng của khoa học và công nghệ đã mang đến nhiều kỹ thuật và công cụ quan trọng, đóng vai trò không thể thiếu trong điều tra tội phạm hay phát hiện, kiểm soát các hành vi có dấu hiệu trái pháp luật. Công nghệ hạt nhân là một trong những công cụ như vậy. Kể từ khi bức xạ được khám phá và sự ra đời của các máy phát tia X, công nghệ hạt nhân đã được sử dụng và trở nên phổ biến trong việc phân tích mẫu vật chứng, hỗ trợ công tác điều tra tội phạm hay kịp thời phát hiện, ứng phó với các trường hợp vận chuyển và buôn bán trái phép vật liệu phóng xạ và hạt nhân. Kỹ thuật hạt nhân giúp các chuyên gia phân tích dấu vết cực nhỏ từ các mẫu vật chứng tại hiện trường, chẳng hạn như thành phần vật liệu, tóc, da

người. Trong nhiều trường hợp, kết quả phân tích mang lại thông tin mà các phương pháp truyền thống phi hạt nhân không thể có được như tuổi của các tác phẩm nghệ thuật bị làm giả hay xác định nạn nhân có khả năng bị đầu độc hay không.

## Công nghệ hạt nhân trong kiểm soát vật liệu phóng xạ và hạt nhân

Công nghệ hạt nhân trong kiểm soát vật liệu phóng xạ và hạt nhân, hay còn gọi là pháp y hạt nhân được Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) định nghĩa là việc kiểm tra các vật liệu phóng xạ và hạt nhân bằng các kỹ thuật phân tích hạt nhân nhằm xác định nguồn gốc xuất xứ và lịch sử của vật liệu này, hỗ trợ công tác điều tra thực thi pháp luật. Việc hiểu rõ hơn về nguồn gốc của vật liệu và lịch sử quy trình có thể đóng góp đáng kể vào việc xác định cách thức và vị

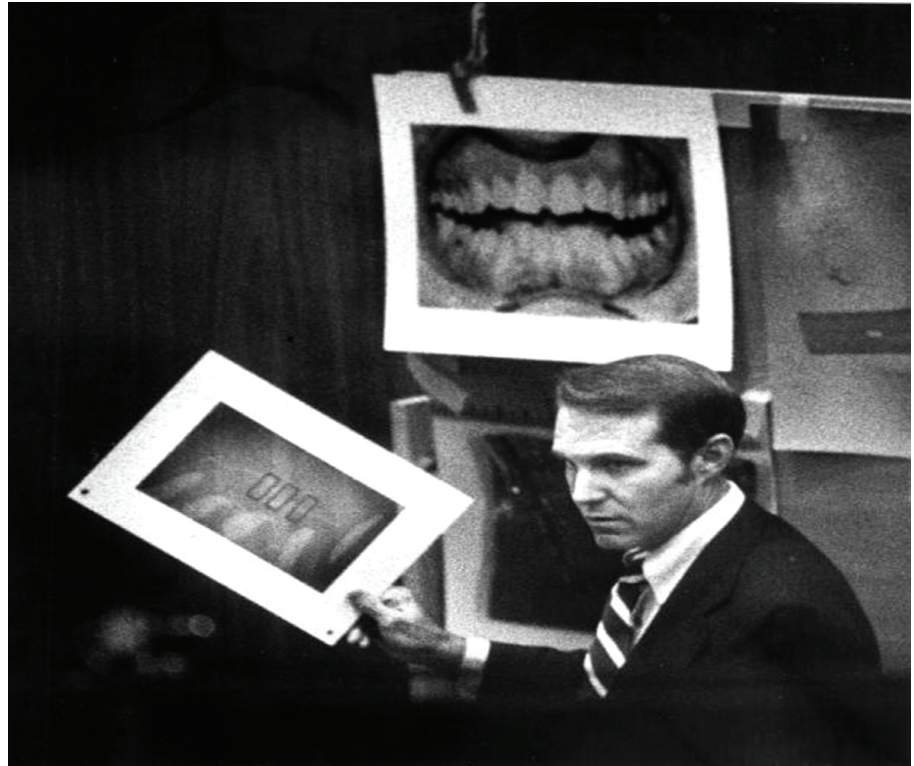
trí mất quyền kiểm soát vật liệu để có thể giải quyết các lỗ hổng bảo mật tiềm ẩn liên quan đến các cơ sở đó. Trong trường hợp thiết bị phát nổ, các mảnh vỡ có thể được sử dụng trong đánh giá dữ liệu pháp y hạt nhân, nhằm xác định các đặc tính của thiết bị trước khi kích nổ. Năng lực pháp y hạt nhân mạnh mẽ cũng hỗ trợ ngăn chặn các phần tử khủng bố hoặc các thành phần tham gia vào hoạt động khủng bố hạt nhân.

Pháp y hạt nhân sử dụng các kỹ thuật phân tích hạt nhân kèm theo dữ liệu về các đặc tính đồng vị, hóa học và vật lý của hạt nhân và vật liệu khác, cùng với bằng chứng pháp y liên quan bao gồm DNA, tóc, dấu vân tay, các dấu vết vật chất và dư lượng chất nổ. Pháp y hạt nhân có thể liên kết vật chứng với con người, địa điểm và sự kiện.

Những năm 90 của thế kỷ XX, thế giới đã chứng kiến sự gia tăng nhanh chóng số vụ vận chuyển, mua bán và sử dụng trái phép vật liệu phóng xạ và hạt nhân. Theo thống kê của IAEA từ 1993 đến 2022, số lượng các vụ mua bán và sử dụng trái phép vật liệu phóng xạ và hạt nhân đã đạt gần 4.000 vụ. Việc mất quyền kiểm soát hợp pháp, kết hợp với sự sẵn có của vật liệu hạt nhân trên thị trường đã làm biến động xã hội đáng kể. Trong đó, đã có khoảng 20 vụ liên quan đến các vật liệu hạt nhân đặc biệt ở cấp độ vũ khí hoặc sử dụng được cho chế tạo vũ khí (urani hoặc plutoni đã làm giàu), với số lượng lên tới 5 kg và làm giàu đồng vị lên tới 90-100%. Thực trạng này đã kích thích sự phát triển của phân tích pháp y hạt nhân trở thành một lĩnh vực khoa học ứng dụng.

### Kỹ thuật X-quang trong pháp y

Bức xạ tia X là một trong những công cụ phân tích được sử dụng rộng rãi nhất trong pháp y. Các kỹ thuật phân tích sử dụng tia X rất nhạy và đáng tin cậy, có thể áp dụng cho các mẫu rất nhỏ và trong hầu hết các trường hợp không làm tổn hại đến vật chứng. Các kỹ thuật phân tích tia X có khả năng cho kết quả trong vài phút và thực hiện nhanh chóng nhiều phân tích quan trọng. Ngoài ra, thiết bị phân tích tia X xách tay có thể dễ dàng vận chuyển, cho phép sử dụng trong các cuộc điều tra tại chỗ.



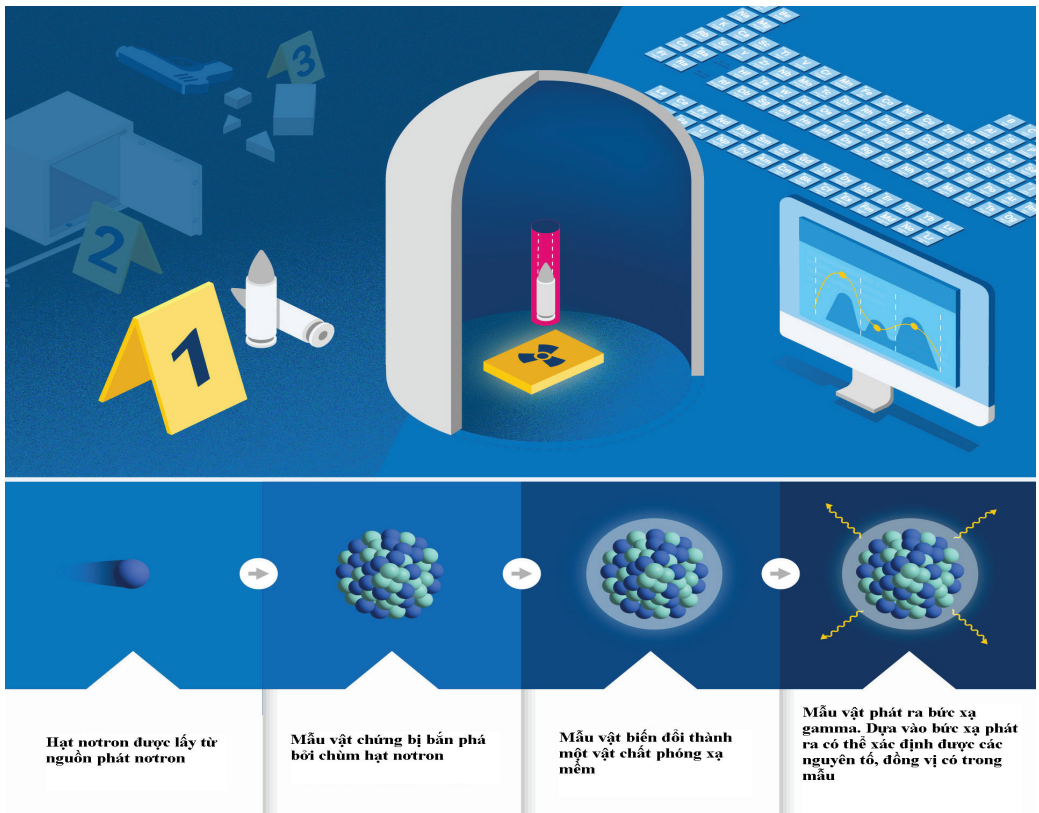
Ảnh chụp X-quang răng làm bằng chứng kết tội Ted Bundy - tội phạm giết người hàng loạt ở Mỹ (những năm 70 của thế kỷ XX).

Các kỹ thuật phân tích tia X có thể giúp phát hiện sự hiện diện và đo lường nồng độ của các nguyên tố trong các loại vật liệu. Phương pháp này giúp phân tích thành phần vật chất của đất, thuốc hoặc khoáng chất và xác định nguồn gốc của chúng. Kỹ thuật phân tích tia X cũng giúp đánh giá, so sánh sơn, kim loại hoặc vết súng bắn và trong các kiểm tra y tế. Các thiết bị phân tích tia X phổ biến được sử dụng trong pháp y có thể kể tới là máy phổ huỳnh quang tia X, synchrotron và thiết bị chụp X-quang. Các thiết bị này hoạt động với nguyên lý cơ bản nhờ sự tương tác của tia X với các nguyên tử của mẫu vật, giải phóng bức xạ, đo lường bức xạ và phân tích kết quả để phát hiện

dấu vết, xác định nguyên tố tạo ra các nguyên tử vật chất đó.

### Phân tích kích hoạt nơtron (NAA) trong pháp y

NAA là kỹ thuật sử dụng nguyên lý tương tác giữa chùm tia nơtron và vật liệu để xác định “dấu vết nguyên tố” của mẫu vật chứng, hay nói cách khác là thành phần đồng vị chính xác, cung cấp thông tin về tuổi và nguồn gốc của nó. Trong NAA, khi các mẫu bị bắn phá bằng nơtron, các nguyên tử của chúng giải phóng các hạt và/hoặc bức xạ. Các hạt và/hoặc bức xạ đó được thu thập và phân tích bằng thiết bị đo chuyên dụng. Kết quả thu được giúp xác định thành phần mẫu vật, tuổi và xuất xứ của mẫu.



NAA đã được các nhà điều tra sử dụng trong nhiều thập kỷ, giúp xác định số lượng chính xác nguyên tố hóa học hoặc các đồng vị của một nguyên tố trong mẫu vật chứng. Kỹ thuật này đã được sử dụng khi điều tra pháp y trong vụ ám sát Tổng thống Mỹ John F. Kennedy.

NAA thường được sử dụng để phân tích thành phần vật chất của đạn nhằm truy tìm nguồn gốc của chúng, ngay cả khi các mẫu vật có kích thước rất nhỏ. Ngoài ra, phân tích bằng kỹ thuật này có thể thu được thông tin về thành phần nguyên tố của tóc, giúp bổ sung những chi tiết mới của một vụ án như có sự tồn tại của ma túy hoặc các chất độc hại khác trong cơ thể. NAA có thể được sử dụng để xác định nguồn gốc của thực phẩm và các sản phẩm giả, ví dụ như nấm cục. Bằng cách chiếu neutron lên mẫu và bức xạ gamma phát ra từ hạt nhân nguyên tử của các nguyên tố hóa học trong mẫu được phát hiện,

nó giúp khớp các nguyên tố trong mẫu với một vị trí địa lý cụ thể. NAA cũng có thể được sử dụng để xác định tính xác thực của các sản phẩm thực phẩm cao cấp khác.

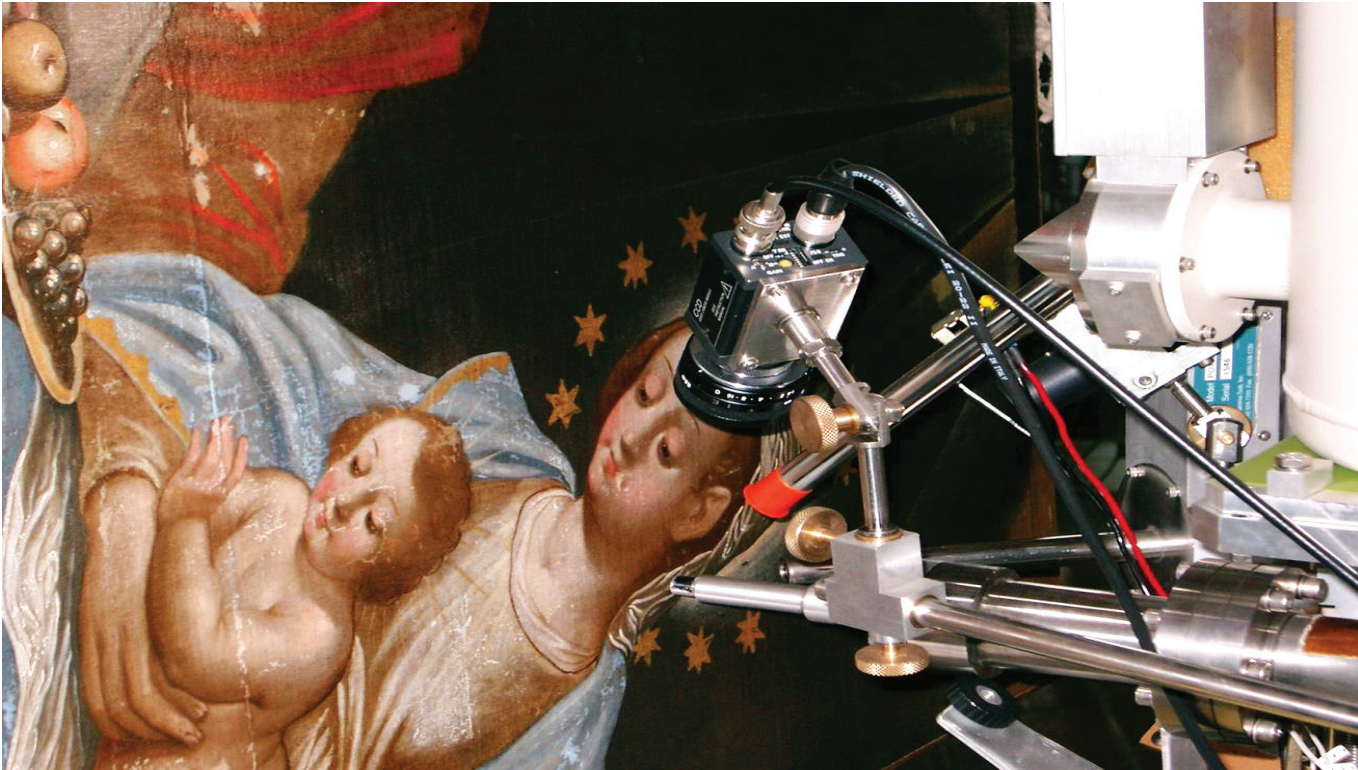
**Phân tích chùm tia ion (IBA) trong pháp y**

IBA là phương pháp hạt nhân đang được sử dụng rộng rãi trong điều tra tội phạm ở các quốc gia tiên tiến trên thế giới. Đối với loại phân tích này, máy gia tốc chùm ion được sử dụng để tăng tốc độ của các ion hoặc hạt điện tử (electron), tạo ra chùm hạt tích điện. Khi các mẫu vật chứng được đặt vào chùm ion, chúng sẽ

phát ra bức xạ có thể thu thập và phân tích. Sử dụng các ion cho phép các nhà điều tra hiểu được thành phần và nguồn gốc của mẫu, giúp phân tích ma túy, chất nổ và dư lượng thuốc súng, đồ tạo tác hoặc tác phẩm nghệ thuật giả mạo. Việc xác định độ tuổi và thành phần của các mẫu mang lại hiệu quả trong việc làm bằng chứng cho các cuộc điều tra. Ví dụ, dư lượng thuốc súng tại hiện trường và các hạt bụi thoát ra từ đạn nổ trong súng có thể giúp điều tra tội phạm liên quan đến sử dụng vũ khí nóng như súng, đạn, chất nổ. Kỹ thuật phân tích chùm ion giúp phát hiện các thành phần vô cơ trong hạt bụi nhỏ có nguồn gốc từ thuốc súng trên các vật dụng liên quan hiện trường (ví dụ: tay hoặc quần áo của kẻ tình nghi) nhằm xác nhận danh tính của kẻ bắn súng.

IBA cho phép các điều tra viên tiến hành lập bản đồ nguyên tố, giúp phân tích các thành phần cụ thể và phát hiện dấu vết nhỏ của vật chứng, như các hạt cặn siêu nhỏ trên các bộ phận đặc biệt của quần áo. IBA cũng đã được sử dụng để phân tích các mảnh thủy tinh từ các vụ tai nạn, hỗ trợ điều tra tội phạm liên quan đến phương tiện giao thông. Các





Phương pháp IBA đã được sử dụng tại Viện Jožef Stefan ở Slovenia đối với các tác phẩm nghệ thuật.

nghiên cứu cho thấy, thông qua sự kết hợp giữa IBA và trí tuệ nhân tạo, các mảnh kính từ cửa sổ ô tô có thể được truy vết từ các mẫu ô tô và nhà sản xuất khác nhau với độ chính xác lên tới 80%.

### Xác định niên đại bằng carbon phóng xạ trong pháp y

Xác định niên đại bằng carbon phóng xạ là phương pháp sử dụng đồng vị carbon-14 để xác định tuổi thực của các đồ vật được làm bằng vật liệu hữu cơ và phát hiện các tác phẩm nghệ thuật giả mạo. Kỹ thuật này có thể xác định tuổi của các đồ vật lên tới 50.000 năm tuổi, giúp xác thực các bức tranh, tượng và các đồ vật lịch sử có giá trị. Vào năm 2019, các chuyên gia đã sử dụng

phương pháp xác định niên đại bằng carbon phóng xạ để xác định đồ giả của hai bức tranh nổi tiếng: một bức thuộc trường phái Ấn tượng và một bức thuộc trường phái Pointillist. Phân tích các sợi vải cho thấy chúng được sản xuất sau khi các nghệ sĩ tạo tác qua đời, điều này xác thực tính giả mạo của các bức tranh. Một số kỹ thuật hạt nhân phổ biến khác cũng có thể được sử dụng trong điều tra, trong đó phải kể đến kỹ thuật phân tích đồng vị ổn định để phát hiện gian lận trong pha trộn thực phẩm.

Trong bối cảnh hoạt động phạm tội ngày càng diễn biến tinh vi và phức tạp, việc ứng dụng thành tựu của khoa học và công nghệ, trong đó có công nghệ hạt

nhân sẽ là lựa chọn đặc biệt quan trọng trong việc đảm bảo an ninh và phòng chống tội phạm

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vladimir Tarakanov (2023), *How Do Nuclear Techniques Help Crime Investigations*, IAEA, 07/2023.
2. IAEA (2015), *Nuclear Forensics in Support of Investigations*.
3. Z. Varga, M. Wallenius, M. Krachler, et al. (2022), "Trends and perspectives in nuclear forensic science", *ScienceDirect*, **146(2)**, DOI:10.1016/j.trac.2021.116503.
4. K.J. Moody, P.M. Grant, I.D. Hutcheon (2015), *Nuclear Forensic Analysis*, CRC Press/Taylor & Francis, ISBN 978-1-4398-8061-6, 524pp.