

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO      BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**

**VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM**

---

**Vương Thu Bắc**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG  
KỸ THUẬT PHÂN TÍCH HẠT NHÂN PHỐI HỢP VỚI  
MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN TÍCH HỖ TRỢ  
GÓP PHẦN GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN  
Ô NHIỄM BỤI KHÍ PM-10**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ VẬT LÝ**

**Hà Nội - 2013**

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO      BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

**VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM**

---

**Vương Thu Bắc**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG  
KỸ THUẬT PHÂN TÍCH HẠT NHÂN PHỐI HỢP VỚI  
MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN TÍCH HỖ TRỢ  
GÓP PHẦN GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN  
Ô NHIỄM BỤI KHÍ PM-10**

Chuyên ngành: Vật lý Nguyên tử và Hạt nhân  
Mã số: 62 44 05 01

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ VẬT LÝ**

Người hướng dẫn khoa học: GS.TS. Phạm Duy Hiền

**Hà Nội - 2013**

## LỜI CAM ĐOAN

*Tôi xin cam đoan rằng tất cả các số liệu, kết quả nêu trong Luận án này là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ luận án tiến sỹ nào khác.*

**Tác giả luận án**

**Vương Thu Bắc**



## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tác giả xin chân thành cảm ơn GS.TS. Phạm Duy Hiền đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu thực hiện luận án.

Tác giả xin chân thành cảm ơn lãnh đạo Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam, lãnh đạo Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân, Trung Tâm An toàn bức xạ và Môi trường đã ủng hộ và tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình học tập, nghiên cứu, thực hiện luận án và trong suốt quá trình công tác.

Xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành đối với GS.TS. Tang Seung Mun - Trường đại học quốc gia Singapore (NUS), GS.TS. David D. Cohen - Viện Nghiên cứu môi trường, Cơ quan khoa học và công nghệ hạt nhân Úc (ANSTO) đã tận tình giúp đỡ, truyền thụ kinh nghiệm và hỗ trợ đặc lực để phân tích thành phần nguyên tố trong mẫu bụi khí  $PM_{10}$ ; xin chân thành cảm ơn GT.TS. Philip K. Hopke - Học viện môi trường bền vững, Trung tâm khoa học và kỹ thuật tài nguyên khí, Trường đại học Clarkson (Mỹ) đã tận tình truyền thụ kinh nghiệm khai thác mô hình PMF trong nghiên cứu nguồn gây ô nhiễm; cảm ơn TS. Andrzej Markowicz - Phòng thí nghiệm thiết bị phân tích Seibersdorf thuộc Cơ quan năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA), Cộng hoà Áo đã tận tình hỗ trợ trong suốt quá trình tham gia thực hiện Dự án hợp tác vùng RAS/8/082, RAS/7/015 về ứng dụng kỹ thuật phân tích hạt nhân trong nghiên cứu ô nhiễm bụi khí  $PM_{10}$ .

Xin chân thành cảm ơn các thầy cô cùng toàn thể bạn bè đồng nghiệp đã nhiệt tình động viên, cổ vũ và đóng góp những ý kiến quý báu cho luận án.

Tác giả cũng xin được bày tỏ sự biết ơn đối với gia đình và người thân luôn chia sẻ, động viên và khuyến khích trong quá trình học tập và nghiên cứu của mình.

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC .....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	x
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ .....	xii
MỞ ĐẦU .....	1
1. Lý do chọn đề tài.....	1
2. Mục đích nghiên cứu của luận án .....	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	3
3.1. Đối tượng nghiên cứu .....	3
3.2. Phạm vi nghiên cứu.....	4
4. Ý nghĩa khoa học của luận án.....	4
4.1. Về phương pháp.....	4
4.2. Các kết quả cụ thể .....	4
5. Giá trị thực tiễn của luận án.....	5
6. Bố cục của luận án .....	5
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ Ô NHIỄM BỤI KHÍ.....	6
1.1. Đặc điểm, thành phần và tính chất của ô nhiễm bụi khí PM <sub>10</sub> .....	6
1.1.1. Kích thước và sự phân bố theo kích thước của hạt bụi khí.....	6
1.1.2. Thành phần và tính chất của ô nhiễm bụi khí PM <sub>10</sub> .....	8
1.1.3. Tác hại của ô nhiễm bụi khí .....	11
1.2. Nguồn gốc của ô nhiễm bụi khí PM <sub>10</sub> .....	16
1.2.1. Nguồn gốc phát sinh .....	16
1.2.2. Bụi khí ở nông thôn và các vùng xa xôi .....	18
1.2.3. Bụi khí ở các đô thị.....	20
1.3. Nghiên cứu bụi khí PM <sub>10</sub> trên thế giới.....	22
1.4. Nghiên cứu bụi khí PM <sub>10</sub> ở trong nước.....	27

1.5.	Xu hướng nghiên cứu ô nhiễm bụi khí PM <sub>10</sub> hiện nay .....	29
1.5.1.	Nghiên cứu ô nhiễm bụi khí và ảnh hưởng đối với sức khỏe.....	29
1.5.2.	Nghiên cứu ô nhiễm bụi khí lan truyền tầm xa (LRT).....	29
1.5.3.	Nghiên cứu ô nhiễm bụi khí và sự ảnh hưởng đến biến đổi khí hậu ..	29
1.6.	Hạn chế trong nghiên cứu ô nhiễm không khí ở nước ta và những vấn đề luận án tập trung giải quyết.....	30
1.6.1.	Những hạn chế trong nghiên cứu ô nhiễm không khí ở nước ta .....	30
1.6.2.	Những vấn đề luận án tập trung giải quyết.....	30
<b>CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....</b>		<b>32</b>
2.1.	Phương pháp thu góp mẫu.....	32
2.1.1.	Chọn vị trí thu góp mẫu.....	32
2.1.2.	Thiết bị thu góp mẫu nhiều tầng .....	33
2.1.3.	Thiết bị thu góp mẫu theo quán tính .....	34
2.2.	Một số kỹ thuật phân tích hạt nhân (NATs).....	36
2.2.1.	Kỹ thuật phân tích kích hoạt neutron dụng cụ (INAA).....	37
2.2.2.	Kỹ thuật phân tích huỳnh quang tia X phân tán theo năng lượng (ED-XRFA) .....	43
2.2.3.	Kỹ thuật phân tích phát xạ tia X tạo bởi chùm proton trên máy gia tốc (PIXEA) .....	62
2.3.	Một số kỹ thuật xử lý thống kê số liệu thực nghiệm .....	67
2.3.1.	Phân tích tương quan và hồi qui tuyến tính nhiều biến (MLR) .....	67
2.3.2.	Phân tích nhân tố theo thành phần chính (PCFA).....	71
2.3.3.	Phân tích thừa số ma trận dương (PMFA).....	76
<b>CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM, KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN....</b>		<b>82</b>
3.1.	Thu góp mẫu bụi khí và xác định hàm lượng PM .....	82
3.1.1.	Thu góp mẫu bụi khí.....	82
3.1.2.	Xác định hàm lượng PM.....	82
3.1.3.	Xác định hàm lượng BC .....	84
3.1.4.	Biến trình ô nhiễm khí PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>2,5-10</sub> và Fi-BC ở Hà Nội.....	84

3.2.	Phân tích thành phần nguyên tố trong PM <sub>10</sub> bằng kỹ thuật INAA.....	86
3.2.1.	Thiết lập các chế độ phân tích trong kỹ thuật INAA.....	86
3.2.2.	Chuẩn bị mẫu phân tích và chiếu xạ mẫu trên LPUHN .....	88
3.2.3.	Đo phổ kích hoạt neutron và tính toán hàm lượng nguyên tố .....	90
3.2.4.	Xác định giới hạn phát hiện (LOD) trong kỹ thuật INAA.....	93
3.3.	Phân tích thành phần nguyên tố trong PM <sub>10</sub> bằng kỹ thuật ED-XRF ....	95
3.3.1.	Phổ kế ED-XRFA .....	95
3.3.2.	Sự ảnh hưởng của chân không đến cường độ bức xạ đặc trưng ....	96
3.3.3.	Xác định hệ số hấp thụ khối bằng phương pháp đo sự truyền qua	97
3.3.4.	Xác định độ nhạy nguyên tố trong kỹ thuật ED-XRFA .....	99
3.3.5.	Xác định hàm lượng nguyên tố hóa học trong ED-XRFA .....	101
3.3.6.	Xác định giới hạn phát hiện trong kỹ thuật XRFA .....	103
3.4.	Phân tích thành phần nguyên tố trong PM <sub>10</sub> bằng kỹ thuật PIXEA.....	104
3.4.1.	Phổ kế PIXEA ở NUS.....	104
3.4.2.	Xác định diện tích đỉnh đặc trưng và hàm lượng nguyên tố.....	106
3.4.3.	Xác định giới hạn phát hiện trong kỹ thuật PIXEA mẫu PM <sub>10</sub> ....	108
3.5.	Phân tích hàm lượng các ion hoà tan trong PM <sub>10</sub> bằng kỹ thuật IC.....	110
3.6.	QA và AC các kết quả phân tích .....	113
3.6.1.	Tương quan giữa các giá trị phê chuẩn và kết quả phân tích.....	113
3.6.2.	Sự tương quan giữa các nguyên tố có cùng nguồn gốc .....	118
3.6.3.	So sánh kết quả phân tích theo các phương pháp khác nhau.....	119
3.7.	Xác định hệ số làm giàu của các nguyên tố trong PM <sub>2.5</sub> và PM <sub>2.5-10</sub> ....	121
3.8.	Xác định các yếu tố tác động đến bụi khí PM <sub>2.5</sub> và PM <sub>2.5-10</sub> .....	123
3.8.1.	Các yếu tố khí tượng tác động đến bụi khí PM <sub>2.5</sub> và PM <sub>2.5-10</sub> .....	123
3.8.2.	Mô hình hồi qui PM <sub>2.5</sub> & PM <sub>2.5-10</sub> khí theo các yếu tố khí tượng	124
3.9.	Mô hình ô nhiễm bụi khí PM <sub>2.5</sub> và PM <sub>2.5-10</sub> trong chế độ gió mùa ở Hà Nội giai đoạn 1999-2001 .....	128
3.9.1.	Các quỹ đạo lùi đặc trưng ảnh hưởng đến ô nhiễm bụi khí PM <sub>10</sub> ở Hà Nội .....	129

3.9.2.	Các mô hình nguồn ô nhiễm bụi khí theo từng loại quỹ đạo.....	131
3.9.3.	Bụi khí lan truyền tầm xa (LRT) và bụi khí tại chỗ (LB).....	135
3.10.	Mô hình ô nhiễm bụi khí $PM_{2.5}$ và $PM_{2.5-10}$ ở thành thị và nông thôn Miền Bắc trong giai đoạn 2001-2002 .....	136
3.10.1.	So sánh thành phần hoá học của ô nhiễm bụi khí $PM_{2.5}$ và $PM_{2.5-10}$ ở thành thị và nông thôn.....	137
3.10.2.	Mô hình các nguồn ô nhiễm bụi khí ở thành thị, nông thôn và sự đóng góp của chúng .....	139
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....		145
Kết luận.....		145
Kiến nghị.....		149
CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN.....		150
Công bố quốc tế.....		150
Công bố trong nước .....		152
DANH MỤC CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO.....		153
Tài liệu tham khảo tiếng Việt.....		153
Tài liệu tham khảo tiếng Anh.....		154
PHỤ LỤC.....		162





## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CÁC CHỮ VIẾT TẮT

<u>Chữ viết tắt</u>	<u>Tiếng Anh</u>	<u>Nghĩa tiếng Việt</u>
AED	Aerodynamic Equivalent Diameter	Đường kính khí động lực
ANSTO	Australian Nuclear Science & Technology Organization	Cơ quan Khoa học và Công nghệ hạt nhân Úc
APM	Air Particulate Matter	Bụi hạt trong không khí (gọi tắt là hạt bụi khí)
Ave	Average	Giá trị trung bình
BC	Black Carbon	Carbon đen
BT	Back Trajectory	Quỹ đạo lùi
CA	Correlation Analysis	Phân tích tương quan
ĐNA	Asian South-East	Đông Nam Á
EA	Eigenvector Analysis	Phân tích véc tơ riêng
ED-XRFA	Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis	Phân tích huỳnh quang tia X phân tán theo năng lượng
EM	Error Model	Mô hình sai số
EPA	Environmental Protection Agency	Cơ quan bảo vệ môi trường (của Mỹ)
ET	Emission – Transmission	Phát xạ truyền qua
EV	Explained Variation	Đại lượng biến thiên giải thích được
Factor loading	Factor loading	Hệ số tải trọng
Factor score	Factor score	Điểm số
FP	Fundamental Parameter	Tham số cơ bản
$F_{peak}$		Tham số của phép quay trong PMF2
HPGe	High Purity Germanium	Germanium siêu tinh khiết
IAEA	International Atomic Energy Agency	Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế
IC	Ion Chromatography	Sắc ký ion

INAA	Instrumental Neutron Activation Analysis	Phân tích kích hoạt nơtrôn dụng cụ
INST	Institute for Nuclear Science and Technology	Viện Khoa Học & Kỹ Thuật Hạt Nhân
LB	Local Burning	Đốt cháy tại chỗ
LOD	Limit of Detection	Giới hạn phát hiện
LPUHN	Nuclear Reactor	Lò phản ứng hạt nhân
LR	Light Reflection	Phản xạ ánh sáng
LRT	Long Range Transport	Lan truyền tầm xa
MA	Minimum Activity	Hoạt độ tối thiểu
Max	Maximum	Cực đại
MCA	Multi-Channel Analyzer	Máy phân tích biên độ đa kênh
Min	Minimum	Cực tiểu
MLR	Multiple Linear Regression	Hồi qui tuyến tính nhiều biến
n	Neutron	Notrôn
NAAQS	National Ambient Air Quality Standard	Tiêu chuẩn chất lượng không khí quốc gia
NAHRES	Nutritional and Health-Related Environmental Studies	Các nghiên cứu môi trường liên quan đến dinh dưỡng và sức khỏe
NATs	Nuclear Analytical Techniques	Các kỹ thuật phân tích hạt nhân
NIST	National Institute of Standards and Technology	Viện tiêu chuẩn và công nghệ quốc gia
NR	Nuclear Reactor	Lò phản ứng hạt nhân
NRI	Nuclear Research Institute	Viện Nghiên Cứu Hạt Nhân
NUS	National University of Singapore	Trường đại học quốc gia Singapore
P	Pressure	Áp suất
PCFA	Principle Component Factor Analysis	Phân tích nhân tố theo thành phần chính
PIXEA	Proton Induced X-ray Emission Analysis	Phân tích phát xạ tia X tạo ra bởi chùm hạt proton
PM	Particulate Matters	Bụi hạt trong không khí (bụi khí)
PM <sub>10</sub>	PM with aerodynamic diameter less than 10 $\mu$ m	Bụi khí có đường kính khí động lực nhỏ hơn 10 $\mu$ m