

TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐỊNH LƯỢNG XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG CÁC NGUYÊN TỐ, ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY VÀ SO SÁNH VIỆC SỬ DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HIỆN ĐẠI TẠI CÁC LIÊN ĐOÀN ĐỊA CHẤT VỚI VIỆC SỬ DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP TƯƠNG TỰ TRÊN THẾ GIỚI

¹NGUYỄN VĂN ĐỊNH, ²DƯƠNG ÁI PHƯƠNG

¹Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam;

²Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP HCM

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu các phương pháp được sử dụng trong phân tích địa chất để định lượng các nguyên tố. Hai thông số là độ lặp lại và độ chính xác được tính toán theo số liệu phân tích thực nghiệm tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm thuộc Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam để so sánh chất lượng của các phương pháp dụng cụ. Một số thống kê về xu hướng chọn phương pháp phân tích của các phòng thí nghiệm trên thế giới cũng được đề cập. Từ đó khẳng định, việc cập nhật các phương pháp phân tích và dụng cụ hiện đại trong ngành Địa chất là cần thiết và phù hợp với cách làm hiện nay thế giới.

I. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC DÙNG TRONG CÁC NĂM TRƯỚC

Các phương pháp phân tích trước đây ở giai đoạn thăm dò chủ yếu là các phương pháp hóa (hóa cổ điển, hóa ướt) cho tất cả các dạng mẫu quặng. Tựu trung, có các phương pháp: khối lượng, trắc quang, chuẩn độ với các thiết bị vào thời điểm đó là máy so màu, trắc quang ngọn lửa hoặc cực phổ. Dựa vào kết quả mẫu hóa này, ta tính được trữ lượng, sơ bộ đánh giá chất lượng để quyết định công việc giai đoạn tiếp theo và khả năng sử dụng tổng hợp mỏ. Toàn bộ các phương pháp phân tích hóa được xem là các phương pháp phân tích định lượng loại III. Độ lặp lại của phương pháp được tính qua xử lý thống kê và so sánh với độ lệch chuẩn cho phép. Độ chính xác của phương pháp được tính khi so sánh với phân tích mẫu chuẩn.

II. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH

1. Quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS)

Quang phổ hấp thụ nguyên tử đã có một quá trình phát triển rất mạnh, nhất là khoảng thập niên 80. Ngoài phương pháp phân tích theo chế độ ngọn lửa mang tính truyền thống và phổ biến, các phương pháp khác đã được phát triển và hoàn thiện. Phân tích không ngọn lửa sử dụng lò nhiệt điện đã mang giới hạn phát hiện xuống khoảng ppb. Các thiết bị phụ trợ như hệ hấp thụ lạnh để phân tích Hg và hệ tạo hydrur để phân tích As, Bi, Sn, Se, Sb, Te đã được sản xuất. Các cải tiến thiết bị về hệ quang học, hệ thu đo, ... cũng được các nhà chế tạo máy thực hiện. Đặc biệt, với sự phát triển của công nghệ máy tính, các phần mềm tối ưu hóa các thông số máy, tính toán kết quả, hiệu chỉnh đo đặc, an toàn và bảo trì máy, ... đã được sử dụng trong suốt quá trình đo đặc, giúp cho người sử dụng máy chuẩn hóa được các thao tác của mình hoặc tự động hóa, từ đó có được kết quả phân tích chính xác mang tính khách quan cao.

2. Quang phổ phát xạ nguyên tử plasma (ICP)

Quang phổ phát xạ nguyên tử plasma cũng được phát triển ngay sau đó. Đi từ nguyên lý phát xạ nguyên tử của thể hệ trước, mà đại diện là phương pháp phát xạ nguyên tử dùng nguồn hồ quang hay tia điện để kích thích mẫu, các nhà vật lý đã sử dụng cảm ứng plasma tạo nhiệt độ cao đủ sức kích thích hầu hết các nguyên tử. Tiếp theo đó là cuộc cách mạng về công nghệ bán dẫn, dẫn đến các bộ dò (detector) đa kênh, hệ quang học với độ phân giải và tán sắc cao giúp đưa đến thành tựu phân tích đa nguyên tố theo chế độ quét hoặc chế độ đồng thời. Phần mềm điều khiển tự động giúp người phân tích chuẩn hóa toàn bộ thao tác hoặc tự động hóa việc đo đạc. Kết quả nhận được chính xác, khách quan và đặc biệt rút ngắn được thời gian phân tích rất nhiều. Nhiều cải tiến về thiết bị và các hệ đo phụ trợ giúp phương pháp mang tính đa năng ở 2 khía cạnh: đo được nhiều dạng mẫu ở các khoảng hàm lượng rất rộng.

3. Huỳnh quang tia X (XRF)

Huỳnh quang tia X cũng đã có một lịch sử phát triển lâu dài. Nếu việc kích thích ở AAS hay ICP xảy ra với các điện tử tầng ngoài, thì ở XRF việc kích thích lại xảy ra với các điện tử bên trong. Việc kích thích các điện tử bên trong từ nguồn tia X sẽ làm chuyển dời điện tử tạo ra tia thứ cấp hay thường gọi là huỳnh quang tia X đặc trưng cho nguyên tử đó. Tia huỳnh quang này qua hệ thống quang học và cường độ được đo bằng các bộ dò. Cũng như AAS, XRF chỉ thực sự có vai trò mạnh trong phân tích mẫu vật từ khi có sự phát triển của công nghệ máy tính, công nghệ chế tạo các bộ dò, sự tự động hóa và các phần mềm chuyên dụng.

Trong số các phương pháp phân tích nguyên tố, huỳnh quang tia X nổi lên như là một phương pháp tiện lợi và đáng tin cậy. XRF phân tích không huỷ mẫu, có độ lặp cao và sự chuẩn bị mẫu đơn giản. Việc phân tích trực tiếp từ mẫu bột mà không phải qua khâu phá mẫu giúp giảm giá thành cho phân tích định lượng. Khoảng hàm lượng từ ppm đến % là khoảng phân tích khá lý tưởng. Các cải tiến gần đây về kỹ thuật máy giúp nâng cao độ nhạy, hạ thấp giới hạn phát hiện và mở rộng số nguyên tố phân tích. Công tác chuẩn hóa bằng mẫu chuẩn thích hợp với từng đối tượng mẫu riêng biệt giúp nâng cao độ chính xác trong phân tích. Với các ưu điểm như vậy, XRF ngày càng được sử dụng rộng rãi và được áp dụng vào các lĩnh vực trước đây vẫn là lĩnh vực truyền thống của AAS hoặc ICP.

III. SỰ CẦN THIẾT CẬP NHẬT CÁC PHƯƠNG PHÁP

Ngoài các phương pháp phân tích hóa truyền thống, ta cần phải cập nhật các phương pháp khác do các nguyên nhân dưới đây.

1. Khả năng đáp ứng

Khả năng phân tích của các cơ sở phân tích hiện nay của ngành Địa chất chưa thể giải quyết hoàn toàn thỏa mãn về số lượng và chất lượng, nếu chỉ sử dụng phương pháp hóa cổ điển như quy định từ năm 1970 “Bản hướng dẫn về việc thành lập các tài liệu về tính trữ lượng trong công tác thăm dò các mỏ khoáng sản, kim loại, không kim loại và than” cũng như “Hướng dẫn nội dung phân tích mẫu hóa trong các giai đoạn thăm dò địa chất” ban hành năm 1986.

2. Bản chất phương pháp

Giới hạn phát hiện, khoảng hàm lượng tối ưu là 2 yếu tố quan trọng thể hiện bản chất của phương pháp.

Các phương pháp hóa cổ điển như khối lượng, chuẩn độ, so màu mà ta đang sử dụng thích hợp với phân tích trung lượng và đa lượng, tức hàm lượng từ 0,1% đến 70%.

Các phương pháp AAS ngọn lửa có ưu thế ở khoảng vi lượng từ 0,0001% đến vài %. Tuy nhiên nếu áp dụng thêm thiết bị phụ trợ như lò graphit, hệ hydrur có thể đưa giới hạn phát hiện xuống cỡ ppb. Trong nhiều trường hợp, có thể sử dụng các thủ thuật xoay đầu đốt, giảm trọng lượng cân, pha loãng mẫu, đổi bước sóng cũng có thể phân tích đa lượng.

Phương pháp ICP có dải động học rộng hơn dải động học của phương pháp AAS, nên dễ dàng phân tích cả vi lượng và đa lượng, từ ppm đến vài chục %. Chính đây cũng là ưu thế của ICP trong địa chất. Chỉ với một lần phá mẫu với trọng lượng cân thích hợp, ta có thể định lượng cả 12 oxit đa lượng và các vi lượng trong mẫu. Cũng như AAS, có thể sử dụng thiết bị phụ trợ như hệ hydrur để có thể đo đồng thời cả siêu vi lượng, vi lượng và đa lượng trong mẫu.

Phương pháp XRF có dải động học rất rộng và cũng có thể phân tích từ ppm đến vài chục % tùy nguyên tố. Ưu thế của XRF là việc chuẩn bị mẫu đơn giản, có thể phân tích trực tiếp từ mẫu bột hoặc nung chảy kiềm thành viên. Cách chuẩn bị mẫu cho phân tích rất thân thiện với môi trường. Trong quá khứ, một trong số các nhược điểm của XRF là độ lặp lại và độ chính xác chưa cao. Tuy nhiên, với các thiết bị hiện đại được cải tiến nhiều và cách thức chuẩn hóa sát với từng đối tượng mẫu, hai nhược điểm này có thể được giải quyết.

Như vậy, ta có thể tóm tắt bản chất của các phương pháp trong bảng sau:

Bảng 1. Bản chất các phương pháp phân tích

Phương pháp	Giới hạn phát hiện	Phân tích vi lượng	Phân tích đa lượng
Các pp hóa	0,1%	Không thể	Tốt
AAS	0,0001%	Tốt	Có thể
ICP	0,0001%	Tốt	Tốt
XRF	0,001%	Tốt	Tốt

3. Sự tiêu tốn hóa chất

Các phương pháp hóa sử dụng rất nhiều loại hóa chất và nhiều loại thuốc thử, chỉ thị cho các công đoạn nung chảy, cô, kết tủa, chuẩn, so màu. Trong khi đó, với AAS và ICP việc phá mẫu đơn giản hơn, số hoá chất sử dụng ít hơn. Đặc biệt đối với XRF, hầu như người phân tích không phải dùng hóa chất hoặc chỉ dùng một ít kiềm cho công đoạn nung chảy mẫu.

4. Thời gian đáp ứng

Các phương pháp sử dụng thiết bị như AAS, ICP, XRF rõ ràng rút ngắn đáng kể thời gian phân tích mẫu. Đặc biệt với các thiết bị đo đồng thời thời gian phân tích là một thách thức cho các phương pháp khác. Một phòng thí nghiệm với khối lượng phân tích đồ sộ rõ ràng không thể chỉ tăng ca nhân viên, hoặc tăng số nhân lực để đạt mục tiêu, mà phải tăng cường thiết bị và sử dụng phương pháp mới. Trong thời đại ngày nay, công tác phân tích cần kịp thời với tiến độ thực địa mới có thể đạt mục tiêu vừa chính xác vừa kinh tế.

5. Sự thân thiện với môi trường

Số lượng hóa chất và thời gian tiếp xúc với hóa chất là rất lớn đối với phân tích hóa. Các khâu nung chảy mẫu, cô, kết tủa, đốt, chuẩn, ... tốn nhiều thời gian, mà trong thời gian đó người phân tích phải thao tác. Hơi thoát từ lò và nước thải từ các dung dịch đã xử lý cũng là hiểm họa đối với môi trường nếu phòng thí nghiệm không có hệ thống xử lý môi trường tốt. Mức độ tiếp xúc với hóa chất và hơi thoát độc hại, cũng như nước thải có ít hơn trong AAS và ICP. Đối với phương pháp XRF, các tác nhân gây hại như hóa chất hầu như không có.

6. Vấn đề kinh tế

Chi phí cho công tác phân tích hóa thường cao hơn phân tích theo AAS, ICP hoặc XRF. Đặc biệt, khi phân tích đa nguyên tố, đa thành phần, hiệu quả kinh tế sẽ là rõ rệt ở AAS, ICP hoặc XRF. Việc giảm chi phí phân tích giúp phòng thí nghiệm có cơ hội tái đầu tư, mua sắm các thiết bị hiện đại và phát triển nghiên cứu khoa học.

IV. HAI THÔNG SỐ QUAN TRỌNG CẦN PHẢI ĐÁP ỨNG

Để khẳng định một phương pháp có thể đáp ứng được yêu cầu, 2 thông số quan trọng cần phải được tính đến đó là *độ lặp lại* thể hiện sự ổn định của phương pháp và *độ chính xác* thể hiện tính đúng đắn của phương pháp. Toàn bộ các số liệu trong phần này là số liệu thực nghiệm được phân tích ở Trung tâm Phân tích Thí nghiệm thuộc Liên đoàn Bản đồ địa chất Miền Nam trên các thiết bị AAS như AA-6501S của hãng Shimadzu, Aanalyst-800 của hãng Perkin Elmer, thiết bị ICP DV-5300 của hãng Perkin Elmer. Một số kết quả phân tích mẫu chuẩn được thực hiện trong khuôn khổ hợp tác khoa học theo Dự án VN-1/2006 với Phòng Thí nghiệm của Viện Địa chất Hungari.

1. Độ lặp lại

Độ lặp lại là một thông số rất quan trọng. Các sai số trong quá trình phá mẫu liên quan đến trọng lượng cân và thể tích định mức cũng như tính ổn định của máy đo được đưa vào tính toán cụ thể qua thực nghiệm đo đặc nhiều mẫu. Số liệu được tính sang độ lệch chuẩn và so sánh với sai số tương đối hoặc độ lệch chuẩn cho phép của từng nguyên tố theo Quy định về kiểm tra địa chất các kết quả xác định hàm lượng nguyên tố trong mẫu địa chất được ban hành theo quyết định số 69 QĐ-ĐC/KT.

Bảng 2. Sai số tương đối của phương pháp AAS ở khoảng hàm lượng lớn

TT	Yêu cầu	C _{đo}	absS _{đo}	RSD _{abs}	ΔC _{đo}	k	C _{max}	ΔC _m (%)	ΔC _v (%)	ΔC _{max} (%)	ΔC _{tổng} (%)	RSD _{tổng} (%)	RSD _{hóa} (%)	Kết luận
1	As	10	120	5	0,417	2,5	25	0,050	0,050	1,042	1,142	4,6	4,0	đạt
2	Bi	10	180	5	0,278	2,5	25	0,050	0,050	0,694	0,794	3,2	3,2	đạt
3	Cu	1	110	2	0,018	25	25	0,050	0,050	0,455	0,555	2,2	2,1	đạt
4	Pb	10	160	3	0,188	5	50	0,100	0,100	0,938	1,138	2,3	2,0	đạt
5	Zn	0,5	200	3	0,008	100	50	0,100	0,100	0,750	0,950	1,9	2,0	đạt
6	Sb	10	150	10	0,667	2,5	25	0,050	0,050	1,667	1,767	7,1	4,0	không đạt
7	Sn	50	200	10	2,500	1,3	62,5	0,125	0,125	3,125	3,375	5,4	1,3	không đạt
8	Cr	2	150	3	0,040	25	50	0,100	0,100	1,000	1,200	2,4	2,8	đạt
9	Ni	2	150	3	0,040	25	50	0,100	0,100	1,000	1,200	2,4	4,0	đạt

Bảng 3. Độ lệch chuẩn của phương pháp ICP ở các khoảng hàm lượng lớn

TT	Yêu cầu	RSD _{đo} (%)	C _{đo}	ΔC _{đo}	C _{max} (%)	ΔC _{max} (%)	ΔC _m (%)	ΔC _v (%)	ΔC _{tổng} (%)	RSD _{tổng} (%)	σ _{ph. pháp}	σ _{cho phép}	Kết luận	Phiếu mẫu
1	Al ₂ O ₃	0,97	250	2,43	47,22	0,458	0,142	0,189	0,789	1,7	1,2	1,6	đạt	35E
		0,82	250	2,05	47,22	0,387	0,142	0,189	0,718	1,5	1,1			135E
		0,98	250	2,45	47,22	0,463	0,142	0,189	0,793	1,7	1,2			17G
		0,59	250	1,48	47,22	0,279	0,142	0,189	0,609	1,3	0,9			117E
2	TiO ₂	1,02	25	0,26	4,17	0,043	0,013	0,017	0,072	1,7	1,2	5,4	đạt	35E
		0,96	25	0,24	4,17	0,040	0,013	0,017	0,069	1,7	1,2			135E
		1,06	25	0,27	4,17	0,044	0,013	0,017	0,073	1,8	1,2			17G
		0,61	25	0,15	4,17	0,025	0,013	0,017	0,055	1,3	0,9			117E

3	SiO ₂	3,35	790	26,47	84,64	2,836	0,254	0,339	3,428	4,1	2,9			117E
		1,77	762	13,49	81,64	1,445	0,245	0,327	2,017	2,5	1,7			117E
		6,37	724	46,12	77,57	4,941	0,233	0,310	5,484	7,1	5,0			117E
		0,64	707	4,52	75,75	0,485	0,227	0,303	1,015	1,3	0,9			135E
		0,42	696	2,92	74,57	0,313	0,224	0,298	0,835	1,1	0,8			135E
		0,47	685	3,22	73,39	0,345	0,220	0,294	0,859	1,2	0,8			135E
		0,29	630	1,83	67,50	0,196	0,203	0,270	0,668	1,0	0,7	0,7	đạt	135E
		0,95	593	5,63	63,54	0,604	0,191	0,254	1,048	1,7	1,2			17G
		0,87	564	4,91	60,43	0,526	0,181	0,242	0,949	1,6	1,1			17G
		0,69	396	2,73	42,43	0,293	0,127	0,170	0,590	1,4	1,0	1,0	đạt	17G
		0,78	340	2,65	36,43	0,284	0,109	0,146	0,539	1,5	1,0	1,3	đạt	135E
		0,73	340	2,48	36,43	0,266	0,109	0,146	0,521	1,4	1,0			117E
		0,69	309	2,13	33,11	0,228	0,099	0,132	0,460	1,4	1,0			35E
		0,36	260	0,94	27,86	0,100	0,084	0,111	0,295	1,1	0,7	1,9	đạt	35E
		1,48	210	3,11	22,50	0,333	0,068	0,090	0,491	2,2	1,5			35E
		0,32	100	0,32	21,43	0,069	0,064	0,086	0,219	1,0	0,7			35E
		0,39	100	0,39	21,43	0,084	0,064	0,086	0,234	1,1	0,8			135E
		0,46	100	0,46	21,43	0,099	0,064	0,086	0,249	1,2	0,8			17G
		0,88	100	0,88	21,43	0,189	0,064	0,086	0,339	1,6	1,1			117E
		2,49	185	4,61	19,82	0,494	0,059	0,079	0,632	3,2	2,3	3,2	đạt	117E
		0,22	118	0,26	12,64	0,028	0,038	0,051	0,116	0,9	0,7			35E
		0,85	50	0,43	10,71	0,091	0,032	0,043	0,166	1,6	1,1			35E
		0,85	50	0,43	10,71	0,091	0,032	0,043	0,166	1,6	1,1			135E
		0,97	50	0,49	10,71	0,104	0,032	0,043	0,179	1,7	1,2			17G
		0,49	50	0,25	10,71	0,053	0,032	0,043	0,128	1,2	0,8			117E
		9,42	22	2,07	2,36	0,222	0,007	0,009	0,239	10,1	7,2	9,3	đạt	35E
		0,83	14	0,12	1,50	0,012	0,005	0,006	0,023	1,5	1,1			17G
		1,19	13	0,15	1,39	0,017	0,004	0,006	0,026	1,9	1,3	9,3		17G
4	Fe ₂ O ₃	1,03	250	2,58	35,71	0,368	0,107	0,143	0,618	1,7	1,2	1,1	đạt	35E
		0,44	250	1,10	35,71	0,157	0,107	0,143	0,407	1,1	0,8			135E
		2,06	250	5,15	35,71	0,736	0,107	0,143	0,986	2,8	2,0			17G
		1,75	250	4,38	35,71	0,625	0,107	0,143	0,875	2,5	1,7			117E
5	CaO	0,96	10	0,10	1,40	0,013	0,004	0,006	0,023	1,7	1,2	9,0	đạt	35E
		0,96	10	0,10	1,40	0,013	0,004	0,006	0,023	1,7	1,2			135E
		1,10	10	0,11	1,40	0,015	0,004	0,006	0,025	1,8	1,3			17G
		0,60	10	0,06	1,40	0,008	0,004	0,006	0,018	1,3	0,9			117E
6	MgO	1,00	10	0,10	1,67	0,017	0,005	0,007	0,028	1,7	1,2	9,0	đạt	35E
		0,64	10	0,06	1,67	0,011	0,005	0,007	0,022	1,3	0,9			135E
		0,93	10	0,09	1,67	0,016	0,005	0,007	0,027	1,6	1,2			17G
		0,76	10	0,08	1,67	0,013	0,005	0,007	0,024	1,5	1,0			117E
7	K ₂ O	1,01	10	0,10	1,21	0,012	0,004	0,005	0,021	1,7	1,2	10,0	đạt	35E
		1,03	10	0,10	1,21	0,012	0,004	0,005	0,021	1,7	1,2			135E
		0,86	10	0,09	1,21	0,010	0,004	0,005	0,019	1,6	1,1			17G
		0,53	10	0,05	1,21	0,006	0,004	0,005	0,015	1,2	0,9			117E
8	Na ₂ O	1,12	10	0,11	1,35	0,015	0,004	0,005	0,025	1,8	1,3	10,0	đạt	35E
		1,17	10	0,12	1,35	0,016	0,004	0,005	0,025	1,9	1,3			135E

		0,91	10	0,09	1,35	0,012	0,004	0,005	0,022	1,6	1,1			17G
		0,45	10	0,05	1,35	0,006	0,004	0,005	0,016	1,2	0,8			117E
9	P ₂ O ₅	0,28	5	0,01	1,15	0,003	0,003	0,005	0,011	1,0	0,7	2,1	đạt	35E
		0,23	5	0,01	1,15	0,003	0,003	0,005	0,011	0,9	0,7			135E
		0,50	5	0,03	1,15	0,006	0,003	0,005	0,014	1,2	0,8			17G
		1,10	5	0,06	1,15	0,013	0,003	0,005	0,021	1,8	1,3			117E
10	MnO	0,84	5	0,04	0,65	0,005	0,002	0,003	0,010	1,5	1,1	5,4	đạt	35E
		0,25	5	0,01	0,65	0,002	0,002	0,003	0,006	1,0	0,7			135E
		0,26	5	0,01	0,65	0,002	0,002	0,003	0,006	1,0	0,7			17G
		0,61	5	0,03	0,65	0,004	0,002	0,003	0,008	1,3	0,9			117E
11	BaO	0,83	5	0,04	0,56	0,005	0,002	0,002	0,009	1,5	1,1	16,0	đạt	35E
		0,26	5	0,01	0,56	0,001	0,002	0,002	0,005	1,0	0,7			135E
		0,21	5	0,01	0,56	0,001	0,002	0,002	0,005	0,9	0,6			17G
		0,90	5	0,05	0,56	0,005	0,002	0,002	0,009	1,6	1,1			117E
14	Cr	0,30	5	0,02	2,50	0,008	0,008	0,010	0,025	1,0	0,7	3,5	đạt	35E
		0,77	5	0,04	2,50	0,019	0,008	0,010	0,037	1,5	1,0			135E
		0,42	5	0,02	2,50	0,011	0,008	0,010	0,028	1,1	0,8			17G
		0,96	5	0,05	2,50	0,024	0,008	0,010	0,042	1,7	1,2			117E
12	W	0,87	10	0,09	2,50	0,022	0,008	0,010	0,039	1,6	1,1	6,5	đạt	44G
		1,10	5	0,06	2,50	0,028	0,008	0,010	0,045	1,8	1,3			44G
13	Sn	0,95	10	0,10	2,50	0,024	0,008	0,010	0,041	1,7	1,2	4,3	đạt	44G
		1,26	5	0,06	2,50	0,032	0,008	0,010	0,049	2,0	1,4			44G

Ghi chú: Số liệu thực nghiệm lấy từ phân tích các phiếu mẫu: 35E/ICP/09 ngày 18/5/2009, 135E/ICP/09 ngày 28/5/2009, 17G/ICP/09 ngày 4/6/2009, 117E/ICP/09 ngày 16/6/2009, 44G/ICP/09 ngày 9/6/2009.

2. Độ chính xác

Độ chính xác của các phương pháp được tính qua công tác phân tích và so sánh với mẫu chuẩn. Thông thường, mẫu chuẩn rất cần thiết để thiết lập các yếu tố chỉnh sửa (correction factor) cho phương pháp máy. Rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của một phương pháp máy và hầu hết người phân tích đều có thể xử lý nếu có tay nghề và các mẫu chuẩn thích hợp với từng đối tượng mẫu. Kết quả phân tích được so sánh với kết quả chuẩn qua tính toán thông số Z-score. Độ lệch chuẩn σ cũng được tính để so sánh với σ cho phép theo tiêu chuẩn định lượng loại III của QĐ 69.

Bảng 4. Kết quả phân tích các đa lượng trong bauxit bằng ICP (tháng 5/2008); độ chính xác thể hiện bằng độ lệch chuẩn với phân tích mẫu chuẩn

Mẫu		Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Loại mẫu
Bauxit HU 0,1 g	cert	50,70	0,67	0,52	22,60	0,13	6,63	2,49	
	pt	50,53	0,71	0,55	23,08	0,14	6,79	2,46	bauxit
Z-score		-0,30	3,09	2,27	1,70	3,96	1,60	-0,69	
σ phân tích		0,2	-4,5	-3,4	-1,5	-7,2	-1,7	0,9	
σ cho phép		1,2	12,0	13,0	1,4	11,0	5,0	5,4	
Bauxit HU 0,2 g	cert	50,70	0,67	0,52	22,60	0,13	6,63	2,49	
	pt	51,66	0,68	0,51	22,71	0,15	6,10	2,54	bauxit
Z-score		1,71	0,84	-0,52	0,39	5,38	-5,31	1,15	

σ phân tích		-1,3	-1,3	0,8	-0,3	-9,6	5,9	-1,4	
σ cho phép		1,2	12,0	13,0	1,4	11,0	5,0	5,4	
Bauxit VN 0,1 g	cert	48,46			18,60		2,92	2,88	
	pt	50,26			19,07		3,78	3,02	bauxit
Z-score		3,33			1,96		17,30	2,85	
σ phân tích		-2,6			-1,8		-18,2	-3,4	
σ cho phép		1,60			2,10		6,80	5,40	
Bauxit VN 0,2 g	cert	48,46			18,60		2,92	2,88	
	pt	48,66			19,03		3,05	3,01	bauxit
Z-score		0,37			1,79		2,62	2,65	
σ phân tích		-0,3			-1,6		-3,1	-3,1	
σ cho phép		1,6			2,1		6,8	5,4	

Bảng 5. Kết quả phân tích các đa lượng trong các đối tượng khác bằng ICP (tháng 10/2008); độ chính xác thể hiện bằng độ lệch chuẩn với phân tích mẫu chuẩn

Mẫu		Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	TiO ₂	Loại mẫu
		%	%	%	%	%	%	%	
META	cert	15,68	0,41	0,86	4,68	0,066	63,34	0,54	sét
	pt	15,21	0,35	0,88	4,70	0,064	62,51	0,54	
Z-score		-2,27	-6,40	1,14	0,27	-1,01	-1,22	0,00	
σ phân tích		2,2	11,2	-1,6	-0,3	2,2	0,9	0,0	
σ cho phép		3,5	16,0	13,0	7,0	17,0	0,7	9,0	
MV	cert	5,96	35,80	1,70	3,23	0,053	19,90	0,32	đá vôi
	pt	5,21	35,47	1,58	3,26	0,06	20,99	0,26	
Z-score		-8,23	-0,79	-3,82	0,55	4,24	4,30	-7,90	
σ phân tích		9,5	0,7	5,2	-0,7	-8,8	-3,8	14,6	
σ cho phép		5,4	1,8	9,0	7,0	17,0	3,2	11,0	
MONITOR	cert	10,70	6,03	1,70	4,60	0,150	58,20	0,65	
	pt	10,52	5,95	1,87	4,44	0,149	57,80	0,63	
Z-score		-1,20	-0,87	5,42	-2,19	-0,25	-0,63	-1,44	
σ phân tích		1,2	0,9	-6,7	2,5	0,5	0,5	2,2	
σ cho phép		3,5	5,0	9,0	7,0	11,0	1,2	9,0	
DOLOMIT	cert	0,04	32,44	20,23	0,02	0,005	0,10		
	pt	0,05	32,39	19,32	0,01	0,003	0,08	0,01	dolomit
Z-score		7,70	-0,13	-3,54	-13,88	-9,01	-7,07		
σ phân tích		-15,7	0,1	3,3	47,1	35,4	15,7		
σ cho phép		30,0	1,8	3,4	30,0	30,0	30,0		
BM	cert	16,20	6,47	7,47	9,7	0,140	49,50	1,14	
	pt	17,06	7,01	7,88	10,34	0,155	48,08	1,31	bauxit
Z-score		4,04	5,53	3,71	4,64	3,98	-2,58	7,60	
σ phân tích		-3,7	-5,7	-3,8	-4,5	-7,2	2,1	-9,8	
σ cho phép		3,5	5,0	4,6	7,0	11,0	1,0	7,0	
GDW07112	cert	14,14	9,86	5,25	24,75	0,193	35,69	7,69	
	pt	14,47	10,03	5,69	25,00	0,208	34,35	8,07	
Z-score		1,74	1,22	5,38	0,82	3,03	-3,22	3,36	
σ phân tích		-1,6	-1,2	-5,7	-0,7	-5,3	2,7	-3,4	
σ cho phép		3,5	5,0	4,6	1,4	11,0	1,3	3,5	
BAH	cert	50,70	0,67	0,52	22,60	0,130	6,63	2,49	
	pt	50,91	0,79	0,66	23,07	0,121	6,11	2,59	bauxit

Z-score		0,37	8,43	12,20	1,66	-2,55	-5,21	2,30	
σ phân tích		-0,3	-11,6	-16,8	-1,5	5,1	5,8	-2,8	
σ cho phép		1,2	12,0	13,0	1,4	11,0	5,0	5,4	
BAVN	cert	48,46			18,60		2,92	2,88	
	pt	48,28			18,88		3,18	3,05	bauxit
Z-score		-0,33			1,17		5,23	3,46	
σ phân tích		0,3			-1,1		-6,0	-4,1	
σ cho phép		1,6			2,1		6,8	5,4	
800-75	cert	49,33	2,53	0,43	22,75		4,92	1,81	
	pt	49,10	2,36	0,36	22,14	0,107	4,75	1,69	bauxit
Z-score		-0,42	-3,86	-7,17	-2,15		-2,20	-3,62	
σ phân tích		0,3	4,9	12,5	1,9		2,5	4,8	
σ cho phép		1,6	6,8	16,0	1,4		6,8	7,0	
358-73	cert	57,14	1,04		24,73		0,79	2,13	
	pt	57,76	1,12	0,28	24,85	0,152	0,74	2,22	bauxit
Z-score		1,00	3,87		0,39		-3,05	2,37	
σ phân tích		-0,8	-5,2		-0,3		4,6	-2,9	
σ cho phép		1,2	9,0		1,4		12,0	5,4	
801-79	cert	56,02	0,35	0,08	7,93		1,57	3,54	
	pt	56,30	0,35	0,07	8,19	0,012	1,52	3,90	bauxit
Z-score		0,46	0,00	-4,27	2,24		-1,70	6,15	
σ phân tích		-0,4	0,0	9,4	-2,3		2,3	-6,8	
σ cho phép		1,2	16,0	27,0	4,3		9,3	5,4	
LKSD-1	cert	7,80	10,80	1,70	4,10	0,100	40,1	0,50	
	pt	7,52	11,07	1,82	4,13	0,087	39,5	0,51	bùn đáy
Z-score		-2,45	1,79	3,82	0,45	-4,60	-1,30	0,90	
σ phân tích		2,6	-1,7	-4,8	-0,5	9,8	1,1	-1,4	
σ cho phép		5,4	3,2	9,0	7,0	11,0	1,3	9,0	
LKSD-3	cert	12,50	2,30	2,00	5,70	0,20	58,50	0,50	
	pt	12,23	2,28	1,95	5,50	0,19	57,32	0,50	bùn đáy
Z-score		-1,58	-0,49	-1,39	-2,28	-1,96	-1,86	0,00	
σ phân tích		1,5	0,6	1,8	2,5	3,6	1,4	0,0	
σ cho phép		3,5	6,8	9,0	4,3	11,0	0,8	9,0	

Bảng 6. Kết quả phân tích các đa lượng trong quặng Sn-W bằng ICP (tháng 6/2009); độ chính xác thể hiện bằng độ lệch chuẩn với phân tích mẫu chuẩn

Mẫu		Sn	WO ₃	Loại mẫu
TLG	cert		0,105	
	pt		0,105	
Z-score			0,00	
σ phân tích			0,0	
σ cho phép			13,0	
323-73	cert	2,81	0,350	quặng Sn-W
	pt	2,48	0,329	
Z-score		-6,86	-2,56	
σ phân tích		8,8	4,4	
σ cho phép		4,3	11,0	
324-73	cert	0,40	0,090	quặng Sn-W
	pt	0,42	0,097	

Z-score		2,18	2,71	
σ phân tích		-3,4	-5,3	
σ cho phép		9,6	7,0	
168-71	cert	1,55		quặng Sn
	pt	1,57		
Z-score		0,69		
σ phân tích		-0,9		
σ cho phép		5,7		

Bảng 7. Kết quả phân tích các đa lượng và vi lượng bằng XRF (tham khảo); độ chính xác thể hiện bằng độ lệch chuẩn với phân tích mẫu chuẩn

	MẪU W-1				MẪU BHVQ-1				MẪU AGV-1				MẪU BE-N				Giới hạn
	% PT	% cert			% PT	% cert			% PT	% cert			% PT	% cert			phát hiện
SiO ₂	52,04	52,64	-0,8	0,8	49,4	50,4	-1,4	1,0	59,6	59,00	0,8	0,8	42,10	38,20	6,9	1,0	0,05
Al ₂ O ₃	15,06	15,00	0,3	3,5	13,5	13,8	-1,4	3,5	16,8	17,3	-1,8	3,5	9,02	10,1	-7,8	3,5	0,05
Fe ₂ O ₃	10,75	11,09	-2,2	2,1	11,7	12,1	-2,6	2,1	6,69	6,76	-0,7	4,3	11,70	12,8	-6,6	2,1	<0,01
MgO	5,78	6,09	-3,7	4,6	5,95	7,17	-13,2	4,6	1,13	1,58	23,5	9,0	13,2	13,2	0,3	3,4	0,10
CaO	10,82	10,96	-0,9	3,2	11,4	11,5	-0,8	3,2	4,85	4,90	-0,7	6,8	14,1	13,9	1,2	3,2	<0,01
Na ₂ O	2,28	2,15	4,2	8,0	2,36	2,89	-14,3	8,0	3,88	4,26	-6,6	8,0	3,29	3,18	2,4	8,0	0,10
K ₂ O	0,70	0,64	6,3	12,0	0,48	0,55	-9,6	12,0	2,88	2,89	-0,2	8,0	1,54	1,39	7,2	10,0	<0,01
P ₂ O ₅	0,20	0,14	25,0	9,3	0,24	0,27	-8,3	8,2	0,49	0,49	0,0	8,2	1,21	1,05	10,0	4,3	0,01
TiO ₂	1,00	1,07	-4,8	7,0	2,59	2,72	-3,5	5,4	1,07	1,04	2,0	7,0	2,46	2,61	-4,2	5,4	0,02
MnO	0,16	0,17	-4,3	11,0	0,16	0,17	-4,3	11,0	0,100	0,1	2,2	11,0	0,18	0,20	-7,4	11,0	<0,01
BaO	0,03	0,02	37,5	28,0	0,06	0,01	90,7	28,0	0,12	0,14	-6,0	21,0	0,15	0,11	17,4	21,0	<0,01
	ppm	ppm			ppm	ppm			ppm	ppm			ppm	ppm			ppm
Sc	32	35			29	28			14	13			22	22			1
V	154	264			258	316			116	125			227	285			3
Cr	156	114			319	320			<15	12			362	360			12
Ni	67	76			110	121			11	18			251	267			3
Zn	67	86			77	87			83	84			88	120			2
Rb	28	21			21	9			75	67			53	47			2
Sr	183	190			354	375			646	657			1191	1307			2
Y	32	25			35	27			32	21			38	30			2
Zr	89	105			157	156			254	225			258	265			2
La	10	10			21	30			31	35			78	82			10

V. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP CÓ THỂ BỔ SUNG TRONG ĐIỀU KIỆN HIỆN NAY

1. Phá mẫu bằng LiBO₂ và đo trên thiết bị ICP

Phương pháp phá mẫu dùng LiBO₂ là một phương pháp được công nhận để phân tích các thành phần đa lượng và cả vi lượng. Các thành phần SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, P₂O₅, MgO, MnO, Na₂O, K₂O,... được phân tích chính xác và hoàn toàn so sánh tốt với các kết quả thực hiện bởi các phương pháp hóa cổ điển. Hơn thế nữa, một số vi lượng quan trọng cũng có thể xác định đồng thời theo quy trình này.

Bảng 8. Giới hạn phát hiện và sai số của các đa lượng

Nguyên tố	Dạng oxyt	Bước sóng phân tích	RSD%		
			±20	±5	±2

	%	nm	Giới hạn phát hiện oxyt %	Dải hàm lượng (%)		
Al	Al ₂ O ₃ %	308,215	0,1	0,1-1	1-5	>5
Ba	BaO%	233,527	0,005	0,005-0,05	0,05-0,25	>0,25
P	P ₂ O ₅ %	213,618	0,15	0,15-1,5	1,5-7,5	>7,5
Ca	CaO%	317,933	0,03	0,03-0,3	0,3-1,5	>1,5
K	K ₂ O%	766,490	0,2	0,2-2	2-10	>10
S	SO ₃ %	181,978	0,15	0,15-1,5	1,5-7,5	>7,5
Mg	MgO%	279,079	0,15	0,15-1,5	1,5-7,5	>7,5
Mn	MnO%	257,610	0,003	0,003-0,03	0,03-0,15	>0,15
Na	Na ₂ O%	589,592	0,03	0,03-0,3	0,3-1,5	>1,5
Sr	SrO%	407,771	0,0002	0,0002-0,002	0,002-0,01	>0,01
Si	SiO ₂ %	251,611	0,05	0,05-0,5	0,5-2,5	>2,5
Ti	TiO ₂ %	334,940	0,02	0,02-0,2	0,2-1	>1
Fe	Fe ₂ O ₃ %	259,940	0,03	0,03-0,3	0,3-1,5	>1,5

Bảng 9. Giới hạn phát hiện và sai số của các vi lượng

Nguyên tố	Bước sóng phân tích nm	Giới hạn phát hiện mg/kg	RSD mg/kg		
			±20	±5	±2
			Dải hàm lượng (mg/kg)		
As	189,042	1,5	1,5-15	15-75	>75
Cr	205,552	0,5	0,5-5	5-25	>25
Cu	324,754	0,5	0,5-5	5-25	>25
Ni	231,604	1	1-10	10-50	>50
Pb	220,353	1,5	1,5-15	15-75	>75
Zn	213,856	0,25	0,25-2,5	2,5-12,5	>12,5

2. Phương pháp huỳnh quang tia X

Cùng với các phương pháp hóa truyền thống nêu trên, ngày nay phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) cũng đã được rất nhiều nước trên thế giới đưa vào sử dụng. Các kiểm tra thành thạo được các tổ chức công nhận quốc tế thực hiện, ví dụ như TO33, PT08, ... đều cho thấy số các phòng thí nghiệm sử dụng XRF rất nhiều. Một số ví dụ:

a. Các kiểm tra ngoại về phân tích bauxit của Việt Nam được thực hiện ở Phòng Thí nghiệm của TDG ở Úc cũng theo phương pháp XRF này. Nhận xét về chất lượng phân tích qua 2 phương pháp khác nhau, TDG viết: “*Sự phân tích hóa do người Việt thực hiện cũng giống như sự phân tích của TDG. Sự phân tích hóa do người Việt thực hiện có chất lượng tốt và có thể dễ dàng tiêu chuẩn hóa với các giá trị của TDG*” [The chemical analysis performed by Viet is similar to that determined by TDG. The chemical analysis performed by Viet is of good quality and can be readily normalised to TDG values (nguyên văn)]. Kết quả như sau:

Bảng 10. Kết quả kiểm tra ngoại về phân tích bauxit ở Việt Nam

Chỉ tiêu	σ của TDG và Viet	σ cho phép theo QĐ69
Al ₂ O ₃	0,9	1,2
T Fe ₂ O ₃	2,2	1,4
SiO ₂	2,1	5,0
TiO ₂	1,8	5,4

2. Phòng Thí nghiệm Nhà máy ISD Dunafeer, nằm cách Budapest 80 km, có 4 máy XRF, trong đó có một máy đồng thời, liền kề bên là phòng gia công mẫu mịn, gia công hạt cho XRF. Sai số tương đối tối đa là 3%, thường là 1%. Nói chung, đây là bộ phận chủ lực trong phân tích. Các máy

dây khác có nhiệm vụ phân tích đặc biệt các tạp chất khác nữa. Cần nhấn mạnh rằng, đối với XRF việc định cỡ (calibration) là rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của phép phân tích. Tay nghề của người phân tích nằm ở đây. Cũng có thể nghiên cứu khảo sát để sử dụng hiệu ứng Compton trong XRF để đo lượng MKN trong mẫu bauxit.

3. Phòng Thí nghiệm Mayar Aluminum, nằm cách Budapest 120 km, sử dụng thiết bị XRF để phân tích mẫu bauxit. Gia công mẫu bằng phương pháp nung chảy với LiBO_2 hoặc tạo hạt. Mỗi năm họ phân tích được khoảng 100.000 mẫu.

VI. TRÊN THẾ GIỚI

60 phòng thí nghiệm của 25 nước thuộc Tổ chức Công nhận Châu Á Thái Bình Dương (APLAC) và Tổ chức Hợp tác Châu Âu về Công nhận (EA) được mời tham gia vào chương trình thử nghiệm thành thạo của APLAC theo chương trình TO33.

Các phòng thí nghiệm đã tham gia là: Úc (4), Bulgaria (2), Canada (2), Trung Quốc (3), Cuba (2), Czech (1), Estonia (1), Pháp (1), Đức (3), Ấn Độ (4), Indonesia (4), Ý (2), Hàn Quốc (7), Malaysia (2), New Zealand (2), Na Uy (1), Philippines (3), Ba Lan (2), Romania (1), Singapore (2), Slovakia (2), Nam Phi (2), Thái Lan (1), Anh (2), Việt Nam (4).

Mỗi phòng thí nghiệm tham dự sẽ phân tích 2 mẫu, mẫu feldspar và mẫu pyrophyllit với 11 chỉ tiêu đa lượng và 11 chỉ tiêu vi lượng.

Kết quả phân tích được đánh giá khách quan qua tính toán chỉ số Z-score. Các kết quả có trị số Z-score vượt ra ngoài phạm vi ± 2 được xem là không đạt.

Sau đây là kết quả sử dụng các phương pháp phân tích cho 2 mẫu này. Số lượng sử dụng phương pháp và số lượng chỉ tiêu không đạt cũng được tính để tham khảo.

Bảng 11. Thống kê về các phương pháp của một số phòng thí nghiệm trên thế giới

TT	Yêu cầu	ICP		ICP-MS		AAS		XRF		CC		NAA		PP khác		Tổng	
		số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai	số chỉ tiêu PT	số chỉ tiêu sai
Đa lượng																	
1	Al ₂ O ₃	12	2	0	0	5	2	18	3	11	1	1	1	0	0	47	9
2	CaO	16	0	0	0	9	2	19	1	3	0	1	0	0	0	48	3
3	Fe ₂ O ₃	15	2	0	0	10	3	19	4	4	2	1	0	0	0	49	11
4	MgO	16	0	0	0	9	0	18	4	3	1	1	1	0	0	47	6
5	MnO	16	1	1	0	10	1	16	0	2	0	1	0	0	0	46	2
6	P ₂ O ₅	16	2	0	0	0	0	17	3	11	0	0	0	0	0	44	5
7	K ₂ O	13	2	0	0	15	1	18	2	1	0	1	0	2	0	50	5
8	SiO ₂	9	2	0	0	1	1	20	1	15	0	0	0	3	0	48	4
9	Na ₂ O	13	2	0	0	16	4	16	3	1	0	1	0	2	1	49	10
10	TiO ₂	14	0	0	0	2	0	19	1	9	2	1	0	0	0	45	3
11	LOI	2	1	0	0	0	0	6	1	7	1	0	0	18	1	33	4
	Tổng	142	14	1	0	77	14	186	23	67	7	8	2	25	2	506	62
	%	28	10	0	0	15	18	37	12	13	10	2	25	5	8	100	12
Vi lượng																	
1	Ba	16	3	0	0	2	2	13	1	0	0	1	0	0	0	32	6
2	Cr	14	3	1	0	12	1	8	0	0	0	1	0	0	0	36	4
3	Co	12	0	1	0	13	3	5	1	0	0	1	0	0	0	32	4
4	Cu	13	0	1	0	15	1	6	3	0	0	0	0	0	0	35	4

5	Pb	13	1	0	0	15	3	9	1	0	0	0	0	0	0	37	5
6	Mo	11	0	1	0	3	0	8	0	0	0	1	0	0	0	24	0
7	Ni	13	1	1	0	13	1	7	1	0	0	1	0	0	0	35	3
8	Nb	7	1	2	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	19	2
9	Sr	18	1	0	0	4	3	13	3	0	0	1	0	0	0	36	7
10	V	14	2	0	0	5	0	1	1	0	0	1	0	0	0	21	3
11	Zr	9	0	1	0	1	0	14	1	0	0	1	0	0	0	26	1
	Tổng	140	12	8	0	83	14	94	13	0	0	8	0	0	0	333	39
	%	42	9	2	0	25	17	28	14	0	0	2	0	0	0	100	12
	Tổng	282		9		160		280		67		16		25		839	
	%	34		1		19		33		8		2		3		100	

VII. KẾT LUẬN

1. Đối với lĩnh vực phân tích thí nghiệm mẫu địa chất, khoáng sản, trong khoảng thời gian dài ít có điều kiện để các cán bộ phòng thí nghiệm có dịp làm việc, giao lưu với các chuyên gia nước ngoài. Đây là cơ hội tốt để các cán bộ phân tích học hỏi kinh nghiệm, nâng cao trình độ chuyên môn cũng như trình độ ngoại ngữ. Trong thời gian tới, cần tăng cường hình thức này.

2. Tăng cường phân tích mẫu trên thiết bị ICP cho các đối tượng mẫu khác. Đây là phương pháp được dùng phổ biến ở các phòng thí nghiệm hiện nay.

3. Cùng với phương pháp hóa truyền thống cổ điển, cần triển khai phân tích bằng XRF để phục vụ Chương trình bauxit của quốc gia. Số lượng mẫu khổng lồ của Chương trình này chỉ có thể đáp ứng kịp thời bởi phương pháp này. Hơn nữa, đây là phương pháp hoàn toàn tự động, sẽ giảm thiểu sức lao động, tránh được những sai số chủ quan của phân tích viên, không phá mẫu bằng axit, bảo vệ được môi trường trong sạch.

4. Việc đưa ICP và XRF vào phân tích các yêu cầu cơ bản, hoặc các yêu cầu đa lượng, là việc thế giới đang làm. Vấn đề là phương pháp này cần được công nhận ở Việt Nam. Hội thảo khoa học tại Hungari về cập nhật các phương pháp phân tích vào tháng 11/2008 cũng thảo luận vấn đề này. Theo nhà địa chất Hungari TS. G. Komlóssy: “*Vấn đề đặt ra là độ chính xác và độ lặp lại của phương pháp chứ không phải là tên phương pháp ...*”. Ví dụ đối với các đề án thăm dò bauxit thì quy định về độ chính xác như sau: a) Có kiểm tra nội địa chất và kiểm tra bằng phân tích mẫu chuẩn; b) Tổng 5 yêu cầu cơ bản phải đạt từ 98,5% đến 100%, mẫu nào nằm ngoài giới hạn này cần phải được phân tích lại và ghi chú phần bản; c) Sai số tuyệt đối cho Al là 1% và Si là 0,5%; d) Kiểm tra nội phòng thí nghiệm ít nhất là 10%; e) Thực hiện kiểm tra ngoại có thể dùng phương pháp khác. Thực tế cho thấy đối với phương pháp ICP và XRF sai số tương đối là cỡ 1-2% ở các khoảng hàm lượng thường có trong mẫu. Nếu có tay nghề định cỡ (calibration) tốt sẽ đảm bảo độ chính xác của phép phân tích.

VĂN LIỆU

1. **APLAC TO33, 2004.** Geochemical proficiency testing program. *Asia Pacific Lab. Accred. Coop.*.

2. **Bartha Andras, Bertalan Eva, Nguyen Van Dinh, Nguyen Thi Hiep, Ha Duc Hung, 2008.** ICP-AES módszerek fejlesztése bauxit és egyéb kőzetminták fő-és nyomelemeinek meghatározására. *Bányászat*.

3. **Gyore D., A. Bartha, Bertalan, M. Ballok, E. Kiraly, Nguyen Van Dinh, Nguyen Thi Hiep, Vu Minh Thanh, Tran Van Tuoi, 2009.** Study of precious metal-bearing rocks by inductively coupled plasma spectrometric methods. *CSI 36 Budapest*.

4. Longerich Henry P., 1995. Analysis of pressed pellets of geological samples using wavelength dispersive X-Ray fluorescence spectrometry.