



Análisis de Elementos de Tierras Raras con el XRF Portátil de SciAps X-555

Introducción

SciAps Inc continúa liderando el camino en el desarrollo de dispositivos analíticos portátiles para campo enfocados en el análisis de geomateriales, con sus nuevos analizadores X-555 de fluorescencia de rayos X (pXRF) y Z-903 de espectroscopía de inducida por láser (LIBS), que incorporan nuevas capacidades para el análisis in situ, permitiendo identificar, medir y caracterizar elementos críticos en materiales geológicos. Los materiales críticos contienen elementos como Li, Ta, Nb, Co y REE, así como metales base convencionales como Cu, Ni y Mn.

El análisis para detectar estos elementos en los minerales que los contienen ha cobrado creciente relevancia en los últimos años debido a la alta demanda en mercados de rápido crecimiento, como la energía renovable y las baterías recargables. El aumento acelerado en la demanda de materiales críticos está impulsando la importancia de la exploración y el desarrollo de proyectos enfocados en la extracción de estos recursos.

Datos y Discusión

¿Qué son las Tierras Raras y donde se encuentran?

Los elementos de tierras raras o REEs constituyen un grupo relativamente abundante de 17 elementos, compuesto por escandio (Sc, Z=21), itrio (Y, Z=37) y los lantánidos, es decir, desde lantano (La, Z=57) hasta lutecio (Lu, Z=71). Los REEs suelen agruparse según su número atómico en: LREEs (La, Ce, Pr, Nd, Sm) y HREEs (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu y también Y) [1,2]. Las principales fuentes económicas de tierras raras son los minerales bastnasita, monacita y loparita, así como las arcillas lateríticas de adsorción iónica [1]. Estos minerales ricos en REE pueden acumularse en niveles económicamente explotables en una variedad de tipos de yacimientos, asociados con: Rocas ígneas alcalinas como la carbonatita de Mountain Pass en California, EE. UU; Depósitos de minerales pesados, como arenas minerales; Depósitos residuales, como las lateritas ricas en IAC en el sur de China; Nuevas fuentes como el carbón y las cenizas de carbón [1,3]. Históricamente, Estados Unidos, y más recientemente China, han dominado la producción mundial de REEs. Sin embargo, con el aumento de la demanda, muchos otros países están identificando, explorando y desarrollando recursos significativos de estos elementos estratégicamente importantes [1,2,3]. Las concentraciones y combinaciones de estos elementos varían considerablemente entre los diferentes estilos de mineralización y tipos de yacimiento.

Las propiedades únicas de los REEs hacen que se utilicen en una amplia variedad de aplicaciones, siendo ingredientes esenciales para la industria de alta tecnología, especialmente en la fabricación de imanes permanentes, dispositivos láser y ópticos, y catalizadores químicos [1,3].

El XRF portátil más poderoso – tubo de 55kV, óptimo para elementos de tierras raras.

Durante muchos años, los analizadores pXRF con tubos de rayos X estuvieron limitados a un máximo de 40 kV, lo que hacía impráctico el análisis incluso de las tierras raras ligeras (LREEs). La aparición de tubos de rayos X miniaturizados con mayor energía permitió el análisis de algunos de los REEs más ligeros, pero con límites de detección frecuentemente demasiado altos para muchas aplicaciones —especialmente en la exploración de ciertos tipos de yacimientos donde las concentraciones de estos elementos pueden ser bastante bajas.

El SciAps X-555 marca una diferencia con un tubo de rayos X de 55 kV, siendo el único XRF portátil del mundo con esta capacidad. La operación a 55 kV, en lugar del estándar de la industria de 50 kV, ofrece un mayor rendimiento en el análisis de REEs “ligeros” críticos y algunos REEs “pesados”, convirtiéndolo en una opción superior para el análisis de elementos de tierras raras.

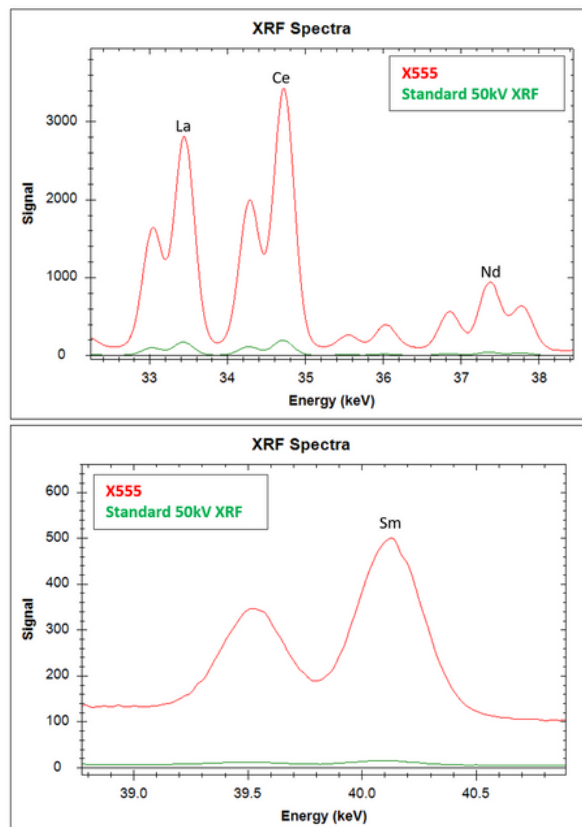


Figura 1: Espectros comparativos que muestran la ventaja del X-555 para REEs frente a los XRF portátiles tradicionales de hasta 50 kV. El X-555 utiliza un tubo de rayos X de 55 kV para excitar mejor los REEs y un detector SDD extragrande de 70 mm² para detectar de manera más eficiente las emisiones de alta energía. Esto permite alcanzar una tasa de conteo 10 veces mayor para el elemento La, y hasta 30 veces mayor para elementos más pesados como el Sm.



cont'd

Gracias a su mayor voltaje, el X-555 permite analizar de forma efectiva todas las tierras raras ligeras, incluyendo La, Ce, Pr, Nd y Sm, así como las tierras raras pesadas Eu y Gd. Además, cuenta con una configuración adicional de haz de rayos X que optimiza el análisis de itrio, un elemento indicador ampliamente utilizado para la familia de tierras raras pesadas estratégicas como disprosio, tulio e iterbio. El haz estándar también permite el análisis de más de 30 elementos de bajo número atómico, metales de transición y otros metales pesados de interés para la industria minera. El SciAps X-555 ofrece los mejores límites de detección del sector, posicionándose como la herramienta líder en el análisis de elementos críticos.

¿Por qué usar un tubo de Rayos-X de 55kV?

La energía de rayos X necesaria para excitar de forma efectiva las emisiones de las tierras raras ligeras (LREEs) se encuentra en el rango de 40 a 48 keV. Los tubos de rayos X convencionales en unidades portátiles solo operan hasta 50 kV, por lo que solo una pequeña fracción del rango energético resultante es útil para excitar las emisiones de los REEs. Al operar el tubo de rayos X hasta 55 kV, el X-555 proporciona aproximadamente 10 veces más energía útil para producir emisiones de tierras raras ligeras y de las primeras dos tierras raras pesadas, gadolinio y europio. Si bien no es posible operar un XRF portátil a voltajes suficientemente altos para medir todos los REEs pesados de forma directa, el X-555 permite un análisis altamente sensible de itrio (Y), el cual es un indicador común para REEs pesadas.

El X-555, con su blindaje excepcional y un colimador de haz de 4 mm de diámetro, puede usarse directamente sobre superficies rocosas y núcleos. También puede equiparse con una Base para Pruebas con interbloqueo de seguridad para el análisis seguro de muestras en pastillas o bolsas.

Valores de LOD (límites de detección) para una matriz sin interferencias (SiO₂) y para minerales REE OREAS con múltiples interferencias (ver Figura 2), se expresan como detecciones 3-sigma por encima del fondo, con tiempos de prueba de 120 segundos.

Debajo en las Figuras 3 a6, se muestran los resultados con el X-555 en una variedad de materiales de referencia certificados, mostrando una gran correlación contra los valores certificados.

Elemento	Límite de Detección (SiO ₂) libre de interferencia	Límite de Detección OREAS "muestras reales"
La	13	15
Ce	15	19
Pr	18	34
Nd	27	33
Sm	30	35
Eu	60	120*
Gd	90	180*

Figura 2: * LOD estimados "Muestras reales" para Eu + Gd, no derivados de muestras OREAS

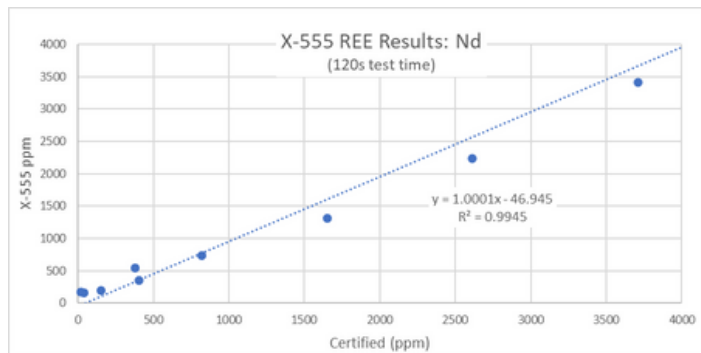


Figura 3

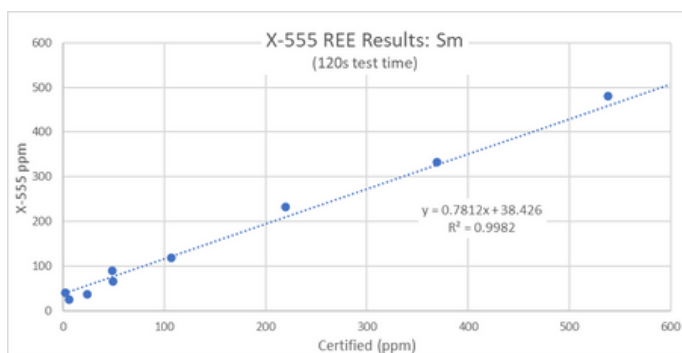


Figura 4

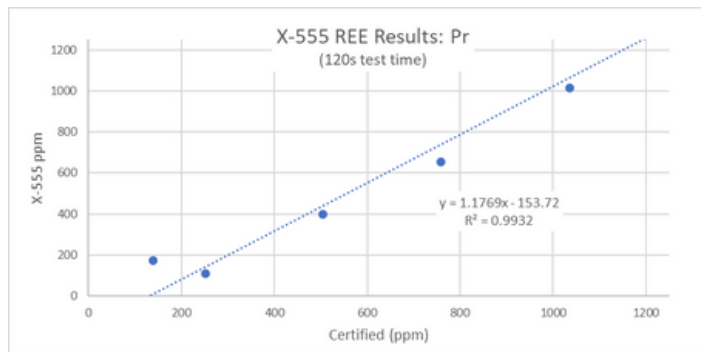


Figura 5

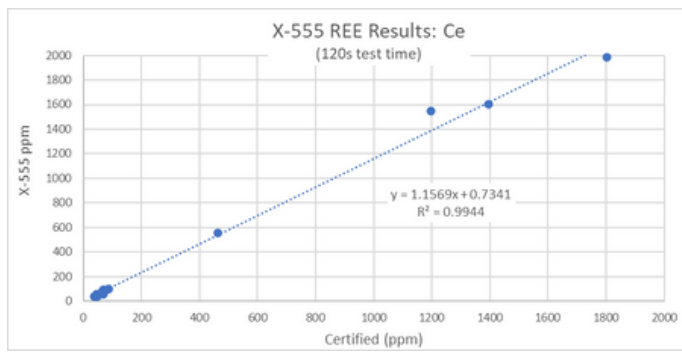


Figura 6

Referencias

- USGS, <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>
- Geology.com, <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>
- V. Balam, 2019, Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact Geoscience Frontiers, vol. 10, pp 1285 to 1303
- Geoscience Australia, <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/mineral-resources-and-advice/australian-resource-reviews/rare-earth-elements>