

Comportamiento de la cromita durante el metamorfismo de cromititas y de sus rocas ultramáficas encajantes en el Desierto Oriental de Egipto

MIGUEL COMPANY PALOMO (1), FERNANDO GERVILLA (1), MOHAMED ABU ANBAR (2)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Avda. Fuentenueva s/n. Universidad de Granada. 18071, Granada (España)

(2) Geology Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta 31527, Egipto

INTRODUCCIÓN

En el Desierto Oriental de Egipto (DOE) existe un conjunto de afloramientos de rocas máficas y ultramáficas metamorfozadas, dispersos en un basamento cratonizado en el Precámbrico tardío (El-Gaby et al., 1990). Estas rocas se localizan en la parte occidental del Escudo Nubio-Arábigo. Los cuerpos máficos y ultramáficos son de naturaleza ofiolítica y aparecen muy desmembrados, siendo especialmente comunes en las partes central y sur del DOE (Khudeir et al., 1992; Ahmed et al. 2001). Las rocas ultramáficas están constituidas por masas de peridotitas (principalmente harzburgitas y dunitas) parcial o totalmente serpentinizadas, que engloban cuerpos de cromitita masiva.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio textural y del quimismo mineral de un conjunto de muestras representativas de diferentes cuerpos de cromitita, y de sus peridotitas encajantes, con el objetivo de discutir el comportamiento de la cromita bajo las condiciones de presión y temperatura que caracterizan el metamorfismo regional (alcanza las facies de esquistos verdes). Se pretende comparar dicho comportamiento en rocas con elevadas relaciones cromita/silicatos (cromititas), menos permeables a la infiltración de fluidos, con las rocas en las que la cromita es un mineral accesorio.

TEXTURA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CROMITA

Cromititas

Las cromititas del DOE presentan una

textura masiva (vol. > 80%) en todos los cuerpos estudiados. La cromita se encuentra moderadamente fracturada y apenas, salvo excepciones, muestra bordes de alteración. Cuando tales bordes están presentes, la alteración se distribuye en bandas muy finas alrededor de los granos, localmente siguiendo las fracturas, y se caracteriza por mostrar mayor reflectividad y numerosas inclusiones de cristales tabulares de clorita. La matriz intergranular está compuesta fundamentalmente por antigorita y clorita (Fig.1).

La composición de la cromita no alterada, se caracteriza por presentar valores del Cr# [$Cr/(Cr+Al)$] variables entre 0.75 y 0.95, del Mg# [$Mg/(Mg+Fe^{2+})$] entre 0.47 y 0.73, y de la relación $Fe^{3+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ entre

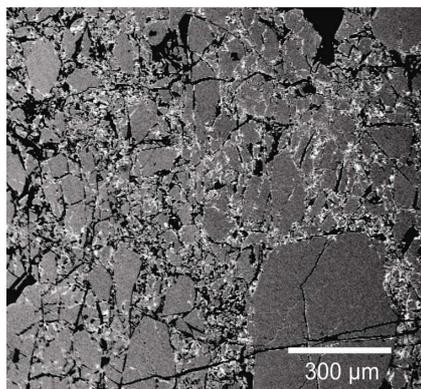


Fig 1. Cromitita masiva fracturada con bandas finas de alteración en los bordes de los fragmentos y matriz intergranular silicatada

0.33. En los bordes de alteración, se observa un ligero aumento del Cr# (entre 0.86 y 0.99), una disminución del Mg# (entre 0.26 y 0.53) y un aumento de la relación $Fe^{3+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ (entre

0.13 y 0.40). Los contenidos en Ti, V y Zn se encuentran en torno a, o por debajo del límite de detección de la microsonda (0,01 % en peso). Sin embargo, el Mn si se presenta en concentraciones significativas que aumentan desde las zonas no alteradas (entre 0.28 y 1.33 % en peso de MnO) hasta los bordes alterados (entre 0.56 y 3.50 % en peso de MnO).

Cromita accesoría en las peridotitas

Las cromitas accesorias en las peridotitas encajantes son subidiomórficas a idiomórficas, están intensamente fracturadas y muestran tamaños que van desde unas pocas micras hasta el milímetro. Las fracturas están rellenas de magnetita y, en menor medida silicatos, en su mayoría clorita. Todos los cristales de cromita presentan una envolvente de magnetita de espesor variable. El contacto entre la magnetita y la cromita, tanto en los bordes de grano como en las fracturas es nítido. Puntualmente, la magnetita y la cromita van acompañadas de sulfuros metálicos, como la pentlandita. La matriz de la roca de caja está compuesta por anfíboles, clorita y, fundamentalmente, antigorita. También hay crisotilo rellenando venas (Fig.2).

La composición de las cromitas accesorias en peridotitas, en conjunto, muestra variaciones del Cr# entre 0.84 y 0.89, del Mg# entre 0.22 y 0.49, y de la relación $Fe^{3+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ entre 0.04 a 0.21. Dicha composición es muy constante a la escala de los granos individuales, no habiéndose observado variaciones de tales relaciones, ni siquiera en las zonas adyacentes a los bordes con magnetita ni hacia los contactos de las fracturas rellenas de

palabras clave: Cromita, Magnetita, Alteración metamórfica, Desierto Oriental de Egipto

key words: Chromite, Magnetite, Metamorphic alteration, Eastern Egypt Desert

este mineral. La composición de la magnetita muestra la presencia de cantidades variables de Cr_2O_3 (0.46-8.98 % en peso). La magnetita no muestra variaciones composicionales significativas hacia el contacto con la cromita. Al igual que en los granos estudiados en las cromititas, los contenidos en Ti, V y Zn de las cromitas accesorias están alrededor de 0,01% en peso, salvo en el caso del Mn, cuyos contenidos oscilan entre 0.17 y 4.64 % en peso de MnO. En la magnetita, los contenidos de estos elementos menores muestran valores significativos para el Mn y el Ni (hasta 1.63 % en peso de MnO y 1.77 % en peso de NiO), mientras que los de Zn y Co están alrededor de 0,01% en peso.

DISCUSIÓN

Alteración de la cromitita

El análisis textural y composicional de las cromititas estudiadas en el DOE sugiere que la alteración de la cromita, cuando está presente, tiene lugar por la reacción de los granos de cromita con el olivino intersticial, en presencia de fluidos metamórficos ricos en agua (en condiciones de sobresaturación), para producir clorita y cromita porosa residual rica en Fe^{2+} y empobrecida en Al (ferro-cromita), de acuerdo con el modelo propuesto por Gervilla et al. (2012). Estos autores proponen que la alteración metamórfica de la cromita tiene lugar durante la evolución retrógrada del sistema y que dicha alteración se desarrolla en dos etapas. Durante la primera etapa tiene lugar la reacción entre cromita y olivino descrita anteriormente, y durante la segunda se produce la disolución parcial de la clorita (fundamentalmente en los poros de la cromita residual) y el aporte de magnetita. Esta magnetita tiende a reequilibrarse con la ferro-cromita encajante, dando lugar a la formación de ferrian cromita.

A diferencia de las cromitas estudiadas por Gervilla et al. (2012) las cromitas inalteradas del DOE son muy ricas en Cr. Este hecho limita la disponibilidad de Al en el sistema y, con ella, la extensión de la reacción cromita-olivino de la primera etapa (el escaso Al tiene que difundirse hacia fuera desde zonas más internas del cristal). El resultado es un menor desarrollo de las zonas de alteración, limitadas a bandas muy estrechas en los bordes de grano y de las fracturas.

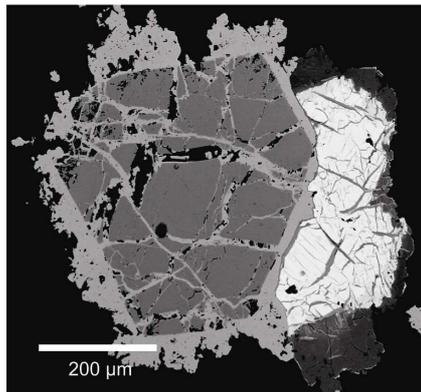


Fig 2. Cromita accesoria en peridotitas rodeada de magnetita, asociada a pentlandita y con fracturas rellenas de magnetita.

La segunda etapa de alteración de la cromita que conduce a la formación de pequeñas cantidades de ferrian cromita solo se ha descrito en uno de los cuerpos de cromitita estudiados y presenta un desarrollo muy limitado.

Estas ideas contrastan con lo expuesto por otros autores, como Bliss y MacLean (1975) y Barnes (2000) quienes estiman que la formación de bandas de ferrian-cromita alrededor de los núcleos de cromita tiene lugar durante la evolución progradada del metamorfismo, por reacción entre la cromita y magnetita depositada durante la serpentinización o el metamorfismo, alrededor de los cristales de aquella. Para estos autores, la presencia de magnetita es un pre-requisito para la formación de ferrian-cromita. Este proceso no puede aplicarse a las cromitas del DOE, donde los bordes de alteración se desarrollan en ausencia de magnetita.

Formación de la envoltura de magnetita en cromitas accesorias

Las cromitas accesorias en las peridotitas encajantes de los cuerpos de cromitita no muestran ningún tipo de alteración, a pesar de presentar, sistemáticamente, una envoltura de magnetita y fracturas rellenas de este mineral. En contra de las ideas de Bliss y MacLean (1975) y Barnes (2000) no se observa ningún tipo de reacción entre la cromita y la magnetita. Los contactos entre ambas fases son nítidos y no se observa difusión de Cr hacia la magnetita, ni de Fe^{3+} y Fe^{2+} hacia la cromita. Esta ausencia de interacción química entre las dos fases podría sugerir que la formación de ferrian cromita requiere el desarrollo previo de

una fase tipo ferro-cromita porosa tal y como describen Gervilla et al. (2012). Alternativamente la ausencia de esta interacción podría tener una explicación cinética asumiendo, bien que la velocidad de enfriamiento de las serpentinitas, una vez formada la magnetita durante la etapa metamórfica principal en facies de esquistos verdes (entre 300-500°C) fue elevada, o bien que la cristalización de la magnetita tuvo lugar en condiciones de baja temperatura (<200°C), limitando el intercambio catiónico entre ambas fases.

La presencia de finas bandas de alteración en los bordes de cromita en las cromititas y la ausencia de este tipo de alteración en las cromitas accesorias en las serpentinitas, a pesar de presentar siempre una envoltura de magnetita podrían sugerir que ambos tipos de rocas se alteraron en etapas diferentes de su evolución metamórfica.

REFERENCIAS

- Ahmed, A.H., Arai, S., Attia, A.K. (2001) Petrological characteristics of the Pan African podiform chromitites and associated peridotites of the Proterozoic ophiolite complexes, Egypt. *Mineralium Deposita* **36**, 72-84.
- Barnes, S.J. (2000): Chromite in komatiites II. Modification during greenschist to mid-amphibolite facies metamorphism. *J Petrol* **41**, 387-409.
- Bliss, N.W., MacLean, W.H. (1975): The paragenesis of zoned chromite from central Manitoba. *Geochim Cosmochim Acta* **39**, 973-990
- El-Gaby, S., List, F.K., Tehrani, R. (1990): The basement complex of the Eastern Desert and Sinai. In: Said, R. (Ed.), *The Geology of Egypt*. Balkema, Rotterdam, pp. 175-184.
- Gervilla, F., Padrón-Navarta, J.A., Kerestedjian, T., Sergeeva, I., González-Jiménez, J.M., Fanlo, I. (2012): Formation of ferrian chromite in podiform chromitites from the Golyamo Kamenyane serpentine, Eastern Rhodopes, SE Bulgaria: a two-stage process. *Contrib Mineral Petrol* **164**, 643-657.
- Khudeir, A.A., El-Haddad, M.A., Leake, B. (1992): Compositional variation in chromite from the Eastern Desert, Egypt. *Mineralogical Magazine* **56**, 567-574.