

F. BELLA

APPLICAZIONE DELLA TECNICA ESR ALLA DATAZIONE GEOLOGICA

Tra le tecniche correntemente usate per datare campioni geologici soltanto il metodo della termoluminescenza è basato sulla misura delle cariche intrappolate ed accumulate durante le Ere geologiche.

Uno dei principali svantaggi di questo metodo è che la intensità totale della luce emessa durante una esperienza non è, eccetto che in rari casi, una diretta misura della carica accumulata nel minerale.

Il metodo della risonanza di spin elettronico misura direttamente queste cariche eliminando così almeno uno degli errori inerenti al metodo della termoluminescenza.

Per la osservazione della risonanza suddetta si fa uso di uno spettrometro.

Gli elementi essenziali di un tale spettrometro sono:

- a) un generatore di microonde;
- b) una cavità risonante contenente il campione da esaminare;
- c) un campo magnetico statico dell'ordine di diverse migliaia di gauss con direzione perpendicolare alla componente magnetica delle microonde;
- d) un rivelatore a cristallo in grado di rivelare l'eventuale assorbimento;
- e) un oscilloscopio a raggi catodici, o un equivalente sistema di registrazione più sensibile.

Come generatore di microonde si sceglie generalmente un Klystron che fornisce energia a frequenza fissa alla cavità risonante attraverso una guida d'onda. La cavità si trova nel campo magnetico omogeneo, la cui intensità può essere leggermente variata mediante bobine di modulazione

Si pone il campione nel punto della cavità in cui è massimo il campo magnetico.

Quando si verifica il fenomeno della risonanza l'assorbimento di energia viene rivelato dalla modifica che subisce il segnale riflesso

dalla cavità. Il segnale riflesso, rivelato in genere da un raddrizzatore a cristallo situato all'estremità della guida d'onda, viene amplificato e successivamente inviato all'oscilloscopio o, eventualmente, al registratore.

Con uno spettrometro del tipo accennato si rivela l'intensità di assorbimento di una certa quantità (dell'ordine di 10 mg) del materiale in studio polverizzato.

Questo fornisce una misura della popolazione delle cariche intrappolate.

Successivamente si determina la dose di radiazione richiesta per stabilire quella popolazione misurata.

Per questa determinazione si sottopone il minerale ad una dose nota di raggi γ per periodi di tempo stabiliti e si ripete l'esperimento di risonanza.

L'ampiezza del segnale ESR risulta proporzionale alla dose di radiazione.

Si può determinare così, per via grafica, il valore della dose primitiva, dose, cioè, per cui si ottiene l'intensità ESR inizialmente riscontrata nel campione.

Questa dose primitiva si deve poter considerare come dovuta esclusivamente alle impurità radioattive contenute nel minerale, impurità queste ultime che possono essere determinate con metodi chimici o di conteggio.

La dose annuale attribuibile a ciascuna parte di impurità di uranio, torio o potassio per milione di parti di minerale è stata determinata da Stauffer.

Se le condizioni di stabilità sotto elencate, risultano soddisfatte, si può ritenere che il tempo richiesto dal campione per acquisire la carica intrappolata misurata, ovvero la dose primitiva, è semplicemente data dal rapporto tra la dose primitiva e la dose annuale. Si può, cioè, affermare che la misura della percentuale di impurità radioattiva permette di fissare la scala temporale ed eseguire la datazione.

Affinchè le misure siano significative debbono essere soddisfatte le condizioni seguenti:

a) L'ampiezza del segnale ESR deve essere una funzione lineare della dose.

b) Ci si deve accertare della stabilità delle trappole. Si deve, cioè, poter ritenere che le trappole possano trattenere le loro cariche per periodi notevolmente superiori all'età geologica del campione.

Interventi

P. Gasparini: Poichè gli elettroni intrappolati derivano anche dall'assorbimento di particelle e radiazioni che giungono dall'esterno del minerale, il numero di elettroni intrappolati è dipendente anche dalla radioattività dell'ambiente nel quale si è trovata la fase minerale sulla quale viene effettuata la misura.

F. Bella: La presenza degli elettroni è dovuta agli elementi radioattivi presenti nel minerale. Gli elettroni prodotti da radioattività esterna al minerale in esame hanno probabilità quasi nulla di essere intrappolati, essenzialmente per le loro basse energie.

C. Savelli: Chiede informazioni sulla ritenzione nelle cavità del reticolo cristallino degli elettroni liberati per decadimento di elementi radioattivi. Chiede se, oltre alla mobilitazione termica degli elettroni in eccesso, vi possa essere mobilitazione per effetto di ricristallizzazione e di scambi di ioni.

F. Bella: La ricristallizzazione è un fenomeno piuttosto determinante; infatti la datazione in realtà consiste nella determinazione del tempo trascorso a partire dall'ultima cristallizzazione.

Gli scambi di ioni dovrebbero interessare molto meno in quanto possono provocare solo una modifica della posizione di elettroni (e questo fatto non ha importanza alcuna ai fini della determinazione della carica totale intrappolata). Si può considerare trascurabile la probabilità che per uno scambio di ioni fra reticoli cristallini si abbia la creazione e il successivo intrappolamento di elettroni.

A. Taddeucci: Quali sono le relazioni fra età del campione, sua radioattività e quantità del campione che è necessario adoperare?

F. Bella: La quantità minima di materiale radioattivo è di qualche decina di parti per milione. La quantità di campione necessario per eseguire una datazione si aggira intorno a 10 mg.