

安徽绩溪萤石的热释光性质

王磊, 魏明建, 吕同艳

(首都师范大学 资源环境与旅游学院 光断代实验室, 北京 100037)

摘要:安徽绩溪萤石对 β 射线照射有良好的热释光响应。实验结果显示, 辐照剂量增加, 热释光发射随之增强, 并在所研究的剂量范围内呈线性变化。选用BG2003释光谱仪对绩溪萤石进行热释光实验测试, 获得的热释光生长曲线是一张三维热释光谱图。

关键词:绩溪萤石; 热释光; BG2003 释光谱仪; β 射线照射

中图分类号: O482.31 文献标识码: A 文章编号: 1000-6931(2006)S0-0110-03

Characteristics of Thermoluminescence of Jixi's Fluorite in Anhui Province

WANG Lei, WEI Ming-jian, LU Tong-yan

(Laboratory of Luminescence Dating, College of Resource Environment and Geo-information System, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

Abstract: The Jixi's fluorite was irradiated by beta rays in order to find the thermoluminescence characteristics of this fluorite. The thermoluminescence intensity increases with the increase of radiation dose and a linear relation is obtained at certain dose period. The BG2003 luminescent spectrograph was used in experimental studies and the three dimensional glow-curve luminescence spectrograph of Jixi's fluorite was obtained.

Key words: Jixi's fluorite; thermoluminescence; BG2003 luminescent spectrograph; β -ray irradiation

释光断代(Dating with Luminescence, DwL)在过去50年的发展过程中积累了不少有用的资料。释光是矿物晶体受环境电离辐射作用而积蓄起来的能量, 再一次受到外部能量的激发时, 以光子的形式释放能量的一种物理现象。受热激发的释光称为热释光(Thermoluminescence, TL)。弄清不同矿物的热释光特性对热释光技术的应用有重要意义。本

工作主要研究出产在安徽绩溪的萤石的热释光特性。

1 实验材料及方法

1.1 实验仪器

BG2003释光谱仪设有12个频道, 1次测量可获取样品中不同波长的释光光子计数, 并呈现一张三维释光光谱图^[1]。

1.2 辐射源

β 射线由首都师范大学光断代实验室的辐照装置提供。辐照装置是一 ^{90}Sr - ^{90}Y 电沉积板源,安装在有机玻璃辐照架上,辐照架配备了不同距离的样品位置,借以获取不同的剂量率。该装置可提供的最大辐射剂量为 8 Gy/min。

1.3 实验步骤

在暗室中,除去原矿的表面层,从萤石矿物的新鲜面刮下较小颗粒,在研钵中研磨粉碎、过筛,选取粒径小于 $74\ \mu\text{m}$ 的粉末样品置于洁净纸上;将粘有硅油的铝片放在电子秤上,计数归零;取出铝片,用铝片均匀粘取纸上的粉末样品,将铝片放于电子秤上,所示计数即为样品重量。

样品制取好后,避光,先在仪器上用设定好的程序测定 1 个原始值,然后放到辐射源下辐照,辐照时间由短渐长;每次辐射一定时间后,样品均需避光,并放在 BG2003 释光谱仪上测量,将图像保存,并记录相应的数据。实验过程中样品轻拿轻放,不能使样品质量减少。

2 实验结果及分析

2.1 绩溪萤石的热释光谱

从 BG2003 释光谱仪上可同时获得两张热释光光谱图,分别示于图 1 和 2。图 1 是绩溪萤石经加热后释放出不同能量的光子图谱。纵坐标表示释光光子的平均计数率,横坐标为道数,每一频道上接收不同频率的释光光子。

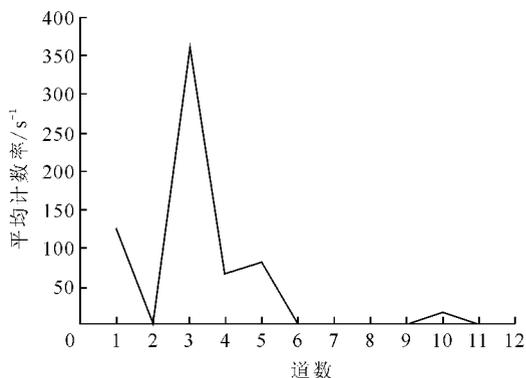


图 1 萤石矿物的释放光子能量

Fig. 1 TL energy of fluorite

由图 1 可知:此萤石矿物加热后释放出来的光子能量分别属于第 1 道(波长 280 nm)、第

3 道(波长 300 nm)、第 4 道(波长 310 nm)、第 5 道(波长 320 nm)及第 10 道(波长 460 nm);波长为 300 nm 的光子最多,460 nm 波长的光子最少。

绩溪萤石在接受了 120 Gy 的辐照剂量后的热释光光谱图(波长 300 nm)示于图 2。

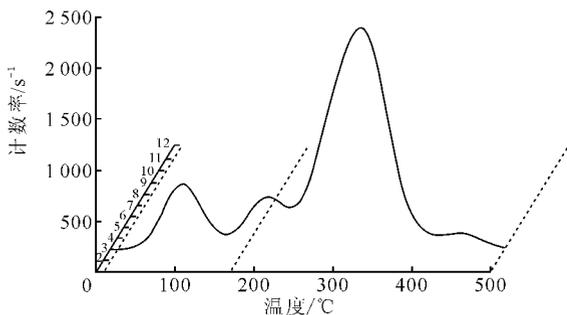


图 2 萤石样品中 300 nm 波长光子的热释光生长曲线

Fig. 2 TL curve of growth of fluorite on 300 nm

2.2 结果分析

萤石矿物的 4 个热释光峰分别出现在 95、195、310、370 °C。这 4 个热释光峰均有 5 种能量的光子,即每个频道上均有不同的热释光峰。可以看出,每个温度的峰值在一开始均是随辐照剂量的增加而增长,图 3 则显示出波长为 300 nm 的光子所表现出的线性关系。样品在接受低剂量(辐射剂量不超过 1 200 Gy)辐照时,线性响应良好;当辐照剂量大于此值时,图像呈现水平趋势或不规则变化。造成此现象的原因是辐照剂量达到了矿物对热释光的饱和值。因此,采用未达到饱和剂量值之前的数据再作线性分析。以 310 °C 峰波长 300 nm 的光子计数数值为例,得到如图 4 所示的线性结果。

绩溪萤石的 4 个热释光峰对 β 辐射的热释光响应的线性关系(图 4)表明,萤石的 4 个热释光峰对一定剂量的 β 辐射具有良好的线性关系。从热释光光谱图中可以看出,萤石样品的 95、195 和 310 °C 的热释光峰明显突现,这 3 个峰对热释光响应的灵敏度较高。峰值温度为 370 °C 的热释光峰的峰值一直较低,即响应的灵敏度较低。95 和 195 °C 两个热释光峰对 β 辐射的响应相近,同属于低温区的高灵敏度热释光峰。

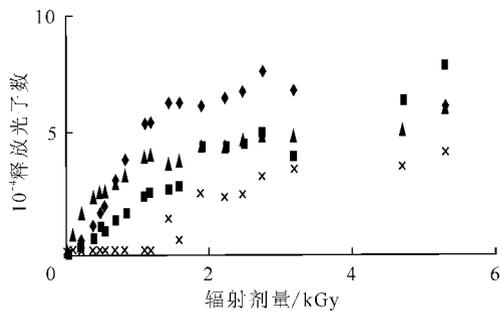


图3 不同峰值随辐射剂量增加而增长的线性关系图

Fig. 3 TL response of samples to β -radiation at different peaks

◆—95 °C; ■—195 °C; ▲—310 °C; ×—370 °C

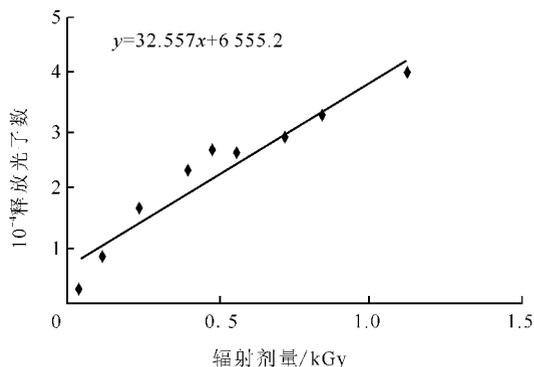


图4 310 °C 峰值随辐射剂量增加而增长的线性关系图

Fig. 4 TL response of fluorite at 310 °C

根据晶体的能带理论,当陷阱电子与陷阱空穴结合时,以光子形式释放其能量,即产生热释光。陷阱的深浅决定了不同峰值温度的发光峰。峰值温度较低的热释光峰反映着较浅的陷阱,峰值温度较高的热释光峰则反映出陷阱较深。因为被陷阱束缚的电子不易被激发,需要较大的能量才能越出陷阱,而处于浅陷阱中的电子易被激发,越出陷阱所需的能量较少。所以,在热释光曲线上,高温峰反映着电子陷阱深度大,低温峰反映着电子陷阱深度浅。在相同条件下,高温峰的寿命比低温峰的寿命长^[2]。

另外,萤石矿物样品经过 β 辐射源辐照后,峰值热释光量与样品所接受的辐射剂量成正比;随着峰值温度升高,对辐射响应的灵敏度在降低(图5)。

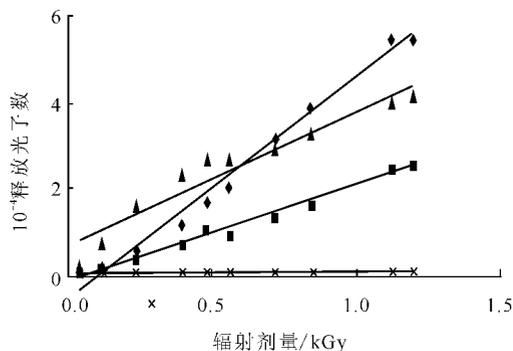


图5 不同峰温对辐照响应的灵敏度的变化

Fig. 5 Change of sensitivity at different peaks to β -radiation

◆—95 °C; ■—195 °C; ▲—310 °C; ×—370 °C

3 讨论

1) 本实验在对绩溪萤石的热释光性质研究中使用 BG2003 释光谱仪,得到三维图谱。从更微观的角度得知热激发后释放的光子能量集中于 280、300、310、320、460 nm。萤石矿物中有 4 个热释光峰:95、195、310、370 °C。4 个峰在辐射剂量低于 1 200 Gy 时,线性响应较好。当大于此值时,响应则不规则变化,且在线性响应良好段,随着峰值温度升高,对辐照响应的灵敏度也在降低。

2) 本作所获得的这些热释光性质为萤石热释光断代或作为辐射剂量计等应用提供了实验数据。

绩溪萤石由李虎侯教授提供,实验中得到了黄鹤桥的帮助,在此一并感谢。

参考文献:

- [1] 李虎侯. BG2003 释光谱仪[J]. 核电子学与探测技术, 2004, 24(3): 111-113.
LI Huhou. BG2003 luminescent spectrograph [J]. Nuclear Electronics & Detection Technology, 2004, 24(3): 111-113(in Chinese).
- [2] 全亚荣. 天然石英的热释光特性[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1996, 35(增刊): 152-157.
QUAN Yarong. Characteristics of thermoluminescence of natural quartz [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 1996, 35 (Suppl): 152-157(in Chinese).