

# 沙漠砂的选频释光特征

魏明建, 陈华亮

(首都师范大学 光断代实验室, 北京 100037)

**摘要:**采用 BG2003 释光仪研究新疆的克拉玛依、沙湾黄梁、阜康西和鄯善, 甘肃的雅丹、月牙泉, 河北的天漠 8 个沙漠砂样品的选频释光特征, 确定了发射光子的特征发射频率。在红光(632.8 nm)激发下, 释光光子波长为 480 和 320 nm 时最为突显; 热释光峰(350~400 °C)释放出最多光子的波长分别为 460 和 350 nm。沙湾黄梁、鄯善、天漠冲积扇在波长为 500 nm 和鄯善在波长 310 nm 时表现出在一定剂量范围内释光光子数随辐照剂量增大的趋势, 所以, 此波长可分别用于测年。

**关键词:**沙漠砂; 释光; 特征图谱

中图分类号: O482.31

文献标识码: A

文章编号: 1000-6931(2006)05-0521-04

## Characteristic of Selected Frequency Luminescence for Desert Sand

WEI Ming-jian, CHEN Hua-liang

(Laboratory of Luminescence Dating, Capital Normal University, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Eight desert sand samples from Xinjiang's Kelamayi, Shawan Huangliang, Fukangxi and Shanshan, Gansu's Yadan, Yueya Quan, Hebei's Tianmo were tested with BG2003 luminescence spectrograph. They are sampling from surface located. The characteristic spectra of the selected frequency luminescence of sands from different location were obtained. The wave lengths of emission photons in all samples are 480 and 320 nm. Their luminescence intensity is the highest for optical luminescence (OL). They are 460 and 350 nm in TL. The samples of Shawan Huangliang, Shanshan and Tianmo alluvial fan can response to definite radiological dose at 500 nm wave length and Shanshan's can also response at 310 nm.

**Key words:** desert sand; luminescence; characteristic spectrum

光释光是矿物晶体的特征发光性质, 具有这一特性的晶体经一定波长的光激发后立即发射出另一种波长的光来, 它发出的是磷光。特征波长是指一种矿物发射的光的波长具有个

性, 是其它矿物所不具备的, 这一特征又与所用激发光的波长有关, 它的可变范围有时宽, 有时窄, 皆因矿物的晶体结构、杂质含量等因素的不同而变<sup>[1]</sup>。光释光谱图是矿物晶体中储能电子

收稿日期: 2004-12-23; 修回日期: 2005-12-02

基金项目: 北京市自然科学基金资助项目(8002006); 北京市教委科技发展计划项目(KM200410028010); 北京市优秀人才基金资助项目; 三维信息获取与应用教育部重点实验室和资源环境与地理信息系统北京市重点实验室开放基金资助项目

作者简介: 魏明建(1957—), 男, 陕西紫阳人, 教授, 自然地理专业

的能谱图,它既代表矿物晶体中储能电子的能量分布特征,又真实地显示了矿物晶体的本质(晶体的结构、晶体中所含的杂质离子的种类和含量等)<sup>[2]</sup>。通过矿物的光释光谱图,可深入了解磷光发射机制和磷光体结构及物质组成的关系。因此,矿物的光释光谱将成为矿物分析和鉴定的重要手段<sup>[3]</sup>。

本工作选用几处典型沙漠表层砂作为实验对象,用释光技术对样品的自然特征发光现象进行研究,同时加一定剂量的人工辐照进行对比。

## 1 实验

### 1.1 样品的采集

本工作采集到的6处沙漠砂样分别来自甘肃的月牙泉、雅丹,新疆的鄯善、阜康西、沙湾黄梁和克拉玛依。为进行对比研究,还采集了官厅水库南河北沙城天漠的2个沙漠表层砂样,分别取于天漠前沿活动沙和天漠冲积扇。取样地点如图1、2所示。

### 1.2 测量仪器和激发光源

所有样品均在释光谱仪BG2003<sup>[4]</sup>上进行测量。释光谱仪BG2003配备有多种不同波长的激发光源,它可选频激发样品,分频接收光子,可同时接收12种不同频率的发射光子。探测器的接收频率设计成可调的,用它可把不同频率的光子分开,分别进行处理和计数,然后通过多道分析器和计算机存储处理,便可获得1张具有12个频道的结晶固体释光谱图。

激发光源是由北京大学物理系工厂生产的HN1700型氦氖激光器。样品的外加工辐照用的是由中国原子能科学研究院提供的<sup>137</sup>Cs源(剂量率为1.78 Gy/min)。

### 1.3 样品的处理、制备和测量方法

样品的处理、制备与测量均在暗室里进行。将沙漠砂样用研钵轻轻研磨,过100目筛后再过200目筛,选取粒径在74~147 μm之间的颗粒。用5%王水洗3次,去除有机质和碳酸盐类,再用蒸馏水至少冲洗3次至中性,每次皆离心5~7 min,低温烘干待用。将铝片( $d=9.7$  mm,  $h=0.5$  mm)放在白纸上,均匀涂布一薄层硅胶,放置约5 min。然后,将矿物颗粒均匀铺放在另一光滑白纸上,将铝片平扣在样品颗粒上(铝片有胶的一面向下)并轻轻摔打,使粘贴不牢固的颗粒落下。待矿物均匀而牢固地粘在铝片上,即为测量样片。每个样品制作5片,测量结果取平均值。

样品测量分两种程序进行。

1) 天然选频释光谱图测定。测定过程如下:(1)光激发,用波长632.8 nm、15 mA红光激发10 s,得到各样品的天然选频光释光谱图;(2)热激发,将光激发后样品加热至500 °C,在350~400 °C之间获取热释光谱图,以作对比。

2) 施加人工辐照的选频释光谱图的测定。测定步骤如下:(1)对经天然释光激发后的各样品分别加以一定量的人工辐照,将照射过的样品用红光激发;(2)加热至160 °C(退火,结

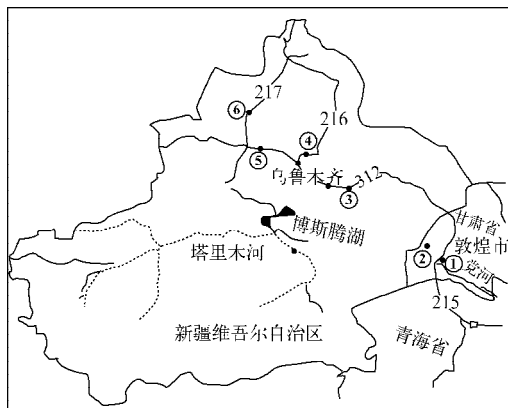


图1 沙漠表层砂西北取样地点图

Fig. 1 Locations of obtained samples from surface sands of Northwest

①——月牙泉;②——雅丹;③——鄯善;④——阜康西;⑤——沙湾黄梁;⑥——克拉玛依

果不使用);(3)用红光激发;(4)500℃热激发,选取350~400℃之间各道接收光子数目,获取热释光谱图。这样,每次人工辐照后,样品经2次光激发,1次热激发,获取到2张光释光谱图和1张热释光谱图,并可获得各样品的释光光子数随辐照剂量的增长曲线。

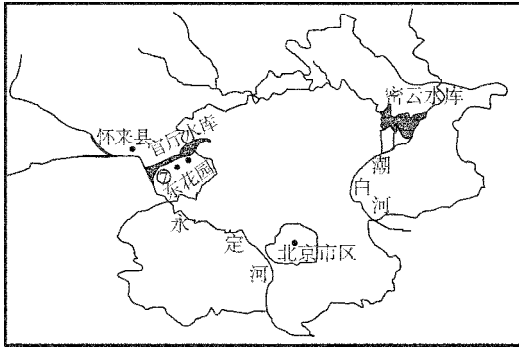


图2 沙漠表层砂天漠取样地点图

Fig. 2 Location of obtained samples from surface sands of Tianmo  
⑦——天漠

### 1.4 实验结果与讨论

1) 图3所示为各样品的天然选频光释光谱图。从图3可看出,在红光激发下,各样品的发射光子分别出现在480、460、400、320和310nm。不同样品的红光释光谱图在不同波长吸收的光子数变化有所不同。因此,选择波长310、320、400、460、480和500nm进行光子数对比,观察它们随剂量变化的响应。

#### 2) 沙湾黄梁样品的热释光发射光子谱图

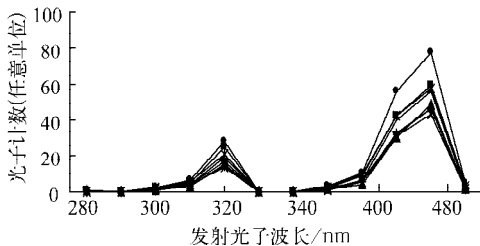


图3 各样品天然选频光释光谱图

Fig. 3 Natural selected frequency optical luminescence spectrogram stimulated with red source

- ◆——克拉玛依; ■——沙湾黄梁; ▲——阜康西;
- ×——鄯善; ★——雅丹; ●——月牙泉;
- ◇——天漠活动沙; △——天漠冲积扇

示于图4。在其它样品的热释光谱图中,各道接收光子数各不相同。

3) 各样品施加一定剂量的人工辐照后,经2次红光激发,其谱图与天然光释光谱图具有一致性。经160℃退火后,各样品第2次红光激发的谱图与第1次红光激发的谱图完全吻合。以沙湾黄梁样品为例,人工辐照后两次红光激发谱图的对比示于图5。

#### 4) 波长随剂量的响应曲线

以沙湾黄梁样品为例,在波长500nm处,随辐照剂量的加大,样品的释光光子数递增(图6)。鄯善和天漠冲积扇样品在波长500nm处同样表现出这种规律。在波长310nm处,鄯善样品显示出随着辐照剂量的加大吸收光子数呈递增规律(图7)。由这一规律可以确定出不同样品有各自不同的波长用于年龄测定。

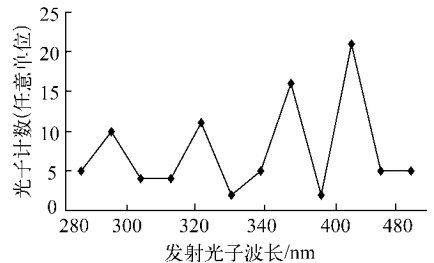


图4 沙湾黄梁热释光图(350~400℃)  
Fig. 4 Luminescence spectrogram of sample from Shawan Huangliang stimulated with heat source(350-400℃)

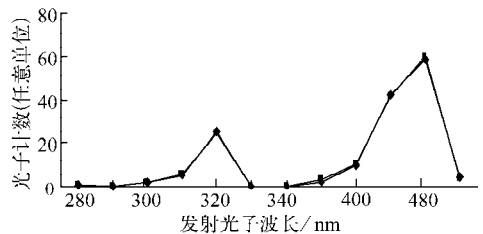


图5 沙湾黄梁样品人工辐照后两次红光激发图谱对比

Fig. 5 Luminescence response of sample from Shawan Huangliang to β-radiation stimulated with red source

- ◆——人工辐照后第1次红光激发; ■——第2次红光激发

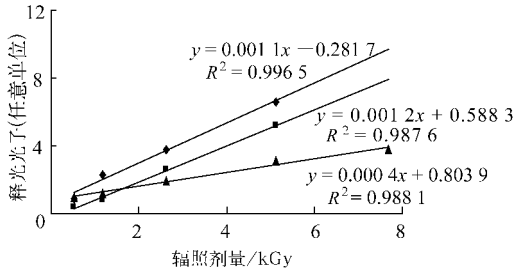


图6 样品对辐照的红外释光响应(500 nm)

Fig. 6 Luminescence response of sample to  $\beta$ -radiation stimulated with red source (500 nm)

◆——沙湾黄梁; ■——鄯善; ▲——天漠冲积扇

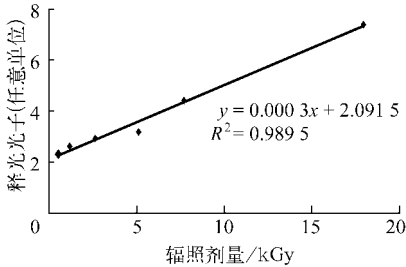


图7 鄯善样品对辐照的红外释光响应(310 nm)

Fig. 7 Luminescence response of sample from Shanshan to  $\beta$ -radiation stimulated with red source (310 nm)

## 2 结论

1) 各样品的光释光峰反应明显的是波长为 480 和 320 nm 的发射光子;热释光峰(350~400 °C)反应最为明显的波长为 460 nm 和 350 nm 的光子。

2) 沙湾黄梁、鄯善、天漠冲积扇样品在波长为 500 nm 和鄯善样品在波长 310 nm 处表现出一定剂量范围内释光光子数随辐照剂量增

大的趋势。所以,该波长可分别用于相应样品的测年。

3) 在所有样品中,160 °C 退火后的光激光子数和直接辐照后的光激光子数目大致相等,说明 160 °C 的加热过程能将部分非光敏光子激活。

## 参考文献:

- [1] 李虎侯. 选频光释光——特征波长光释光测定年龄的技术[J]. 核电子学与探测技术, 2001, 21(3): 176-179.  
LI Huhou. Selected frequency optical luminescence—Characteristic wave length optical luminescence dating[J]. Nuclear Electronics & Detection Technology, 2001, 21 (3): 176-179 (in Chinese).
- [2] 李虎侯,魏明建. 选频光释光断代初探[J]. 核技术, 2003, 26(1): 22-24.  
LI Huhou, WEI Mingjian. Dating with selected frequency optical luminescence(SFOL)[J]. Nuclear Techniques, 2003, 26 (1): 22-24 (in Chinese).
- [3] 李虎侯. BG1999 选频光释光断代仪[J]. 核技术, 2001, 24(12): 961-963.  
LI Huhou. BG1999 spectrograph for selected frequency optical luminescence[J]. Nuclear Techniques, 2001, 24(12): 961-963(in Chinese).
- [4] 李虎侯. BG2003 释光谱仪[J]. 核电子学与探测技术, 2004, 24(2): 111-113.  
LI Huhou. BG2003 luminescent spectrograph [J]. Nuclear Electronics & Detection Technology, 2004, 24(2): 111-113(in Chinese).