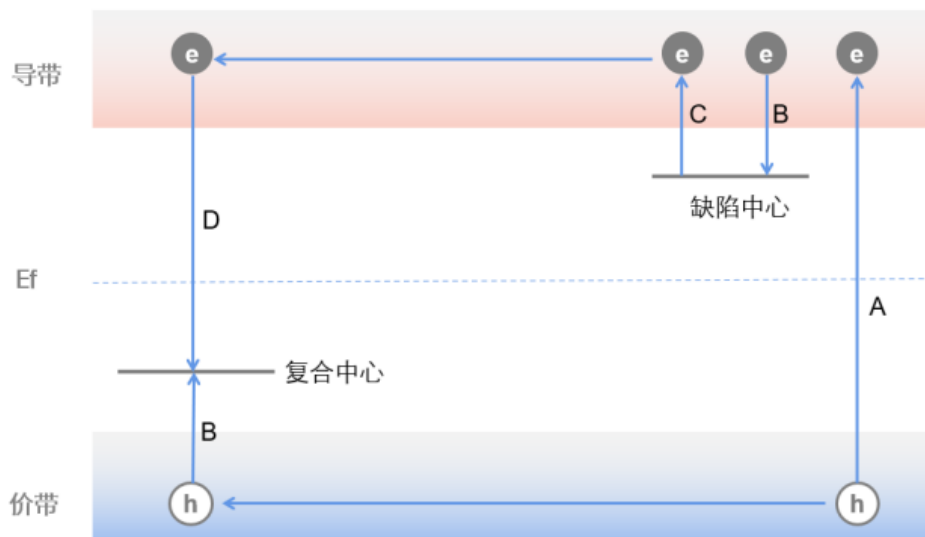


TL-900 热释光测试系统



热释光现象

热释光，是一种冷发光现象，一些晶体在被加热时，原来吸收并储存在晶格缺陷中的电磁辐射或其他电离辐射会以光子的形式释放出来。物理机制是发光体被激发时产生了离化，被离化出的电子将进入导带，这时它可以和离化中心复合产生发光，或被材料中的陷阱俘获。陷阱是缺陷或杂质在晶体中形成的局部反常结构。它在禁带中形成了局域性能级，可以容纳和储存电子。这些电子只有通过热、光、电场的作用才能返回到导带，到导带后它们或者和离化中心复合产生发光，或者再次被陷阱俘获。由热释放出的电子同离化中心复合所产生的发光，称为热释光。热释光是形成长余辉发光的重要原因，有的材料的长余辉可以延续到十多个小时。



A: 电子和空穴的产生
B: 电子和空穴的捕获
C: 热激发电子的释放
D: 电子和空穴的复合

热释光曲线

热释光的概率正比于 $e^{-\epsilon/kT}$ ， ϵ 是陷阱深度， k 是玻尔兹曼常数， T 是绝对温度。热释光与陷阱深度有关，如线性升温即恒速升温时，热释光曲线可直观地显示材料中的陷阱种类和深度，以及每个陷阱的密度等。热释光曲线记录光强随着温度发生变化的关系，每一个峰对应一个特定的电子或空穴捕获中心。



热释光应用



热释光可应用在放射剂量测定、考古学和地质学的年代鉴别、辐照食品检测、固体缺陷分析等领域。



土壤（包括岩石、矿物）的热释光在地质学中应用非常广泛，例如地层对比、地质年龄测定、岩相古地理、地质测温、构造活动研究、变质作用研究、寻找矿床，陨石及月岩研究等。



2019年《古陶瓷热释光测定年代技术规范》正式发布并实施，热释光年代测量技术成为古陶瓷年代测量和真伪鉴定的权威技术方法。陶瓷是由天然粘土烧制的，粘土又是由石英、长石和方解石等矿物晶体组成。粘土中含有微量的天然放射性物质铀、钍、钾 40 等。当晶体受到这些放射性物质产生的天然射线、及环境和宇宙辐照时，会将一部分的辐射能贮藏在晶体中。在加热的条件下，晶体储存的辐射可以热释光的形式释放出来。

陶瓷器在烧制时经过高温已经把之前储存的辐射能量释放完毕，所以烧制结束后，瓷器中的晶体又以均匀的速率重新积累辐射能。当对陶瓷进行取样加热，测量所累积的辐射能，计算出该器件烧制后距离现在的时间，从而达到断代的目的。

TL-900 热释光测试系统

北京卓立汉光仪器有限公司的 TL-900 热释光测量系统专门为热释光测试而设计，可以对热释光样品进行热释光三维光谱，热释光发光曲线，X 射线荧光光谱测量，余辉衰减光谱的测量。辐照源可选择 X 射线或者紫外光源，样品仓具备 X 射线辐射防护，满足国标安全辐射剂量要求，快速加热模块实现多种升温速率控制，高灵敏度 CCD 检测器可在快速升温过程中实时记录热释光的温度变化过程。



原位 X 射线辐照源

- 光管电压 4-50Kv
- 功率 0-50W 连续可调
- 钨靶，铍窗厚度 200 μ m

辐射防护样品仓

- 内置监视器方便观察样品发光状态，并具有拍照功能
- 安全开关，与上盖联动
- 辐射防护满足国标 GBZ 115-2023 《低能射线装置放射防护标准》，由中国计量研究院辐射剂量认证，配测试证书

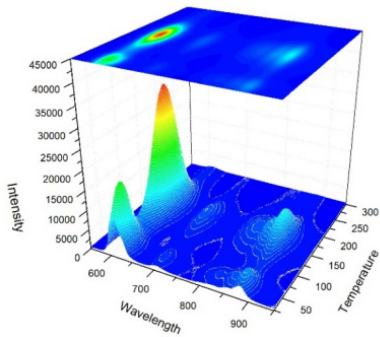
加热模块

可在 -190 $^{\circ}$ C ~ 600 $^{\circ}$ C 范围内控温，同时允许光学观察和样品气体环境控制。热台上盖与底壳构成一个气密腔，可充入氮气等保护气体，防止样品在负温下结霜，或高温下氧化。

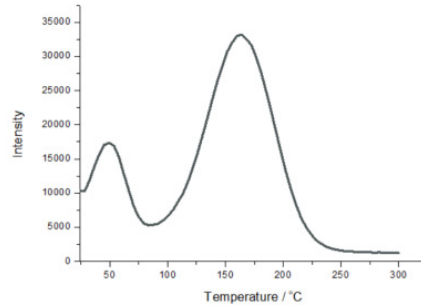
- 温度范围：-190 $^{\circ}$ C -600 $^{\circ}$ C
- 最大加热 / 制冷速率：+150 $^{\circ}$ C /min（100 $^{\circ}$ C时）；50 $^{\circ}$ C /min（100 $^{\circ}$ C时）
- 最小加热 / 制冷速度： \pm 0.01 $^{\circ}$ C /min
- 温度分辨率：0.01 $^{\circ}$ C
- 温度稳定性： \pm 0.05 $^{\circ}$ C（>25 $^{\circ}$ C）； \pm 0.1 $^{\circ}$ C（<25 $^{\circ}$ C）

实测案例

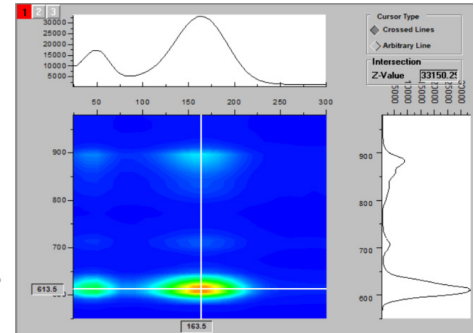
下图为一种无机长余辉发光材料的热释光三维光谱以及热释光温度谱。温度变化范围为 24°C ~300°C，升温的速率为 50°C / 分钟。该样品在 613.5nm 处有最强的发光峰，(b) 图为从热释光三维光谱 (a) 中切片截取得到的热释光—温度谱线，其峰值对应的温度 $T_m=163^\circ\text{C}$ 。



(a) 热释光三维光谱



(b) 热释光温度谱



热释光等高线图

TL-900 热释光测试系统性能指标

系统性能及指标	
可选激发光源	原位 X 射线源：光管电压 4-50kV，功率 0-50W 连续可调 紫外辐照光源
温度控制单元	温度范围：-190°C -600°C 最大加热 / 制冷速率：+150°C /min (100°C时) -50°C /min (100°C时) 最小加热 / 制冷速度：±0.01°C /min 温度分辨率：0.01°C 温度稳定性：±0.05°C (>25°C) ±0.1°C (<25°C)
检测器	高灵敏度 CCD 检测系统，波长范围：200-1100nm 峰值量子效率 95%@800nm
单色器 (选配)	焦距：320mm 杂散光： 1×10^{-5} 光谱分辨率：0.08nm 波长准确性：±0.2nm
分析软件	Omni-Win
测量模式	热释光三维光谱 热释光发光曲线 X 射线荧光光谱测量 余辉衰减光谱测量
软件运行环境	Windows 10