

Zolix 卓立汉光

# Omni-TAM900

## 宽场飞秒瞬态吸收成像系统

看见载流子的运动  
为未来材料研究新范式而生



北京卓立汉光仪器有限公司

## 引言

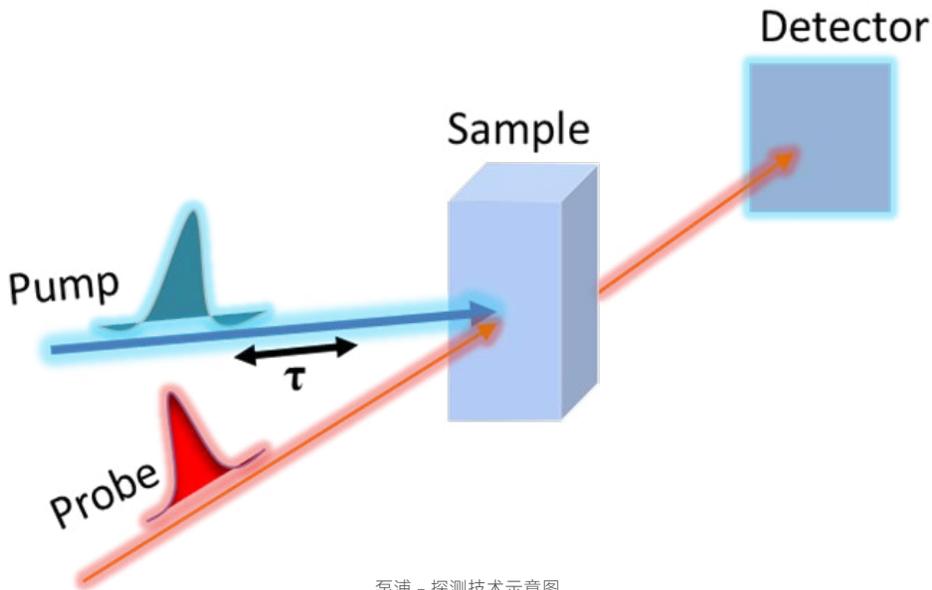
Omni-TAM900为北京卓立汉光仪器有限公司全新推出的一款宽场飞秒瞬态吸收成像系统。该系统集成成像和超快动力学于一体，联合飞秒泵浦-探测技术和显微技术，可获得高质量的成像效果并大幅度缩短测试时间。

Omni-TAM900飞秒宽场瞬态吸收成像系统同时支持多个测量模式，具有完善的自动化数据采集和处理软件，用于半导体载流子迁移扩散、微纳材料与器件的载流子寿命成像，如太阳能电池、低维材料、量子器件、超导材料、新型半导体、纳米催化、生物传感等纳米和飞秒时空尺度的超快物理、化学及生物过程监测。

## 产品概述

### 泵浦探测技术

光电材料的外光电效应主要发生在飞秒时间尺度，随之而来的缺陷捕获、载流子复合扩散主要发生在皮秒、纳秒尺度。飞秒泵浦探测技术是一种广泛使用技术，用于探测材料中载流子的动力学行为。一束飞秒脉冲光激发样品，另一束飞秒脉冲光作为探测光，通过计算有无泵浦光的吸光度差值，并逐步改变两束光的时间延迟，得到光激发样品后载流子瞬态吸收信号，用于追踪半导体或分子材料中激发态的动力学过程。

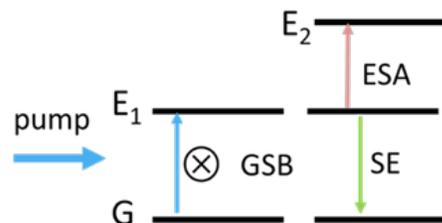


泵浦 - 探测技术示意图

将一束宽谱光作为探测光，另一束单色光作为激发光，并利用光学斩波对激发光进行开关调制，总的瞬态吸收信号的变化表示为：

$$\begin{aligned} \Delta OD &= \lg\left(\frac{I_0}{I}\right)_{pump\ on} - \lg\left(\frac{I_0}{I}\right)_{pump\ off} \\ &= \lg\left(\frac{I_0\ p_{ump\ on}}{I_0\ p_{ump\ off}} \cdot \frac{I\ p_{ump\ off}}{I\ p_{ump\ on}}\right) = \lg\left(\frac{I\ p_{ump\ off}}{I\ p_{ump\ on}}\right) \end{aligned}$$

其中  $I_0$  为未经过样品探测光强， $I$  为经过样品探测光强。根据光与物质相互作用，光激发后，材料内部的电子发生电偶极跃迁，瞬态信号变化 ( $\Delta A$ ) 来自于基态漂白(GSB,  $\Delta A < 0$ )、激发态吸收 (ESA,  $\Delta A > 0$ ) 以及受激辐射 (S,  $\Delta A < 0$ ) 三种，瞬态吸收信号的测量需要考虑荧光和基态漂白的影响并予以扣除。

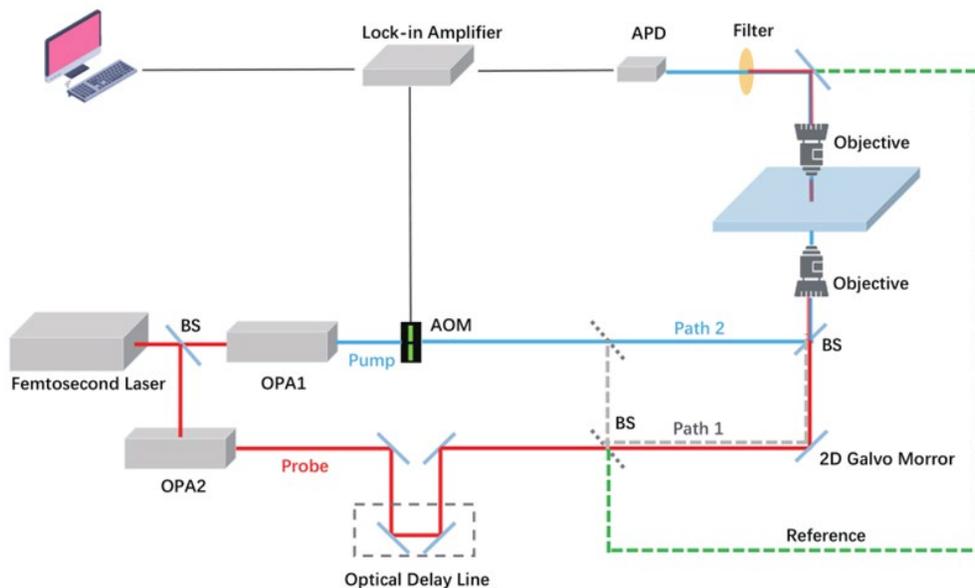


泵浦 - 探测技术测量信号类型

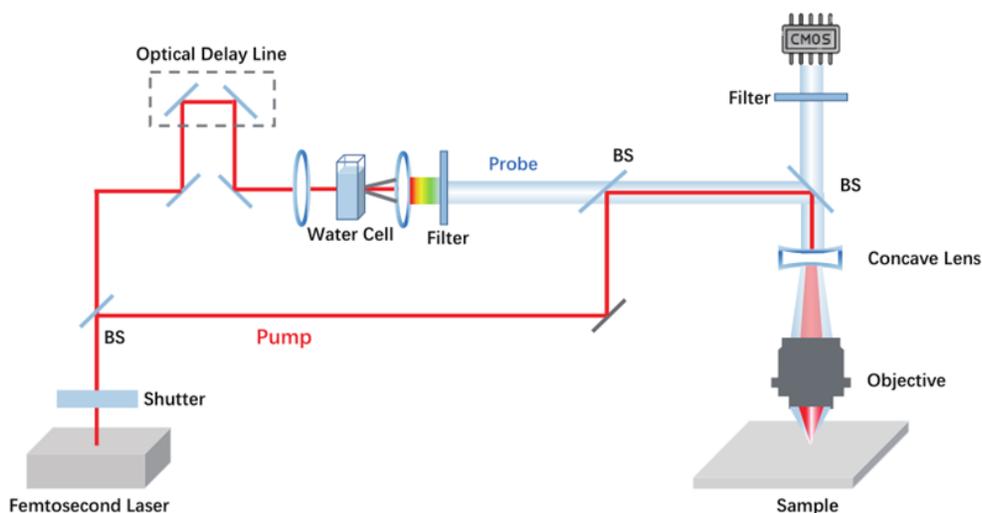
## 宽场瞬态吸收成像

基于泵浦探测（Pump-Probe）原理的瞬态吸收光谱，在光谱维度和超快时间尺度上提供了丰富的光谱和动力学信息，过去几十年广泛应用于物理、化学、材料、能源、生物等广泛领域。当今，许多领域科学研究的范式 and 需求都在不断更新，尤其是随着钙钛矿光伏、二维材料、量子器件、高温超导等前沿领域的发展，科学家亟需在空间维度上揭示载流子等微观离子的迁移和演化规律，研究微纳米材料的物理态在空间分布上的异质性。

瞬态吸收显微镜通过空间扫描或宽场成像实现光激发材料中载流子的瞬态成像，是研究微观粒子和能量的时空演化、阐释微观机制的重要工具。瞬态吸收成像，一般有两种实现方式，点扫描成像和宽场成像。相对点扫描成像，宽场成像模式具有速度快、通量高，成像质量更加细腻的特点。



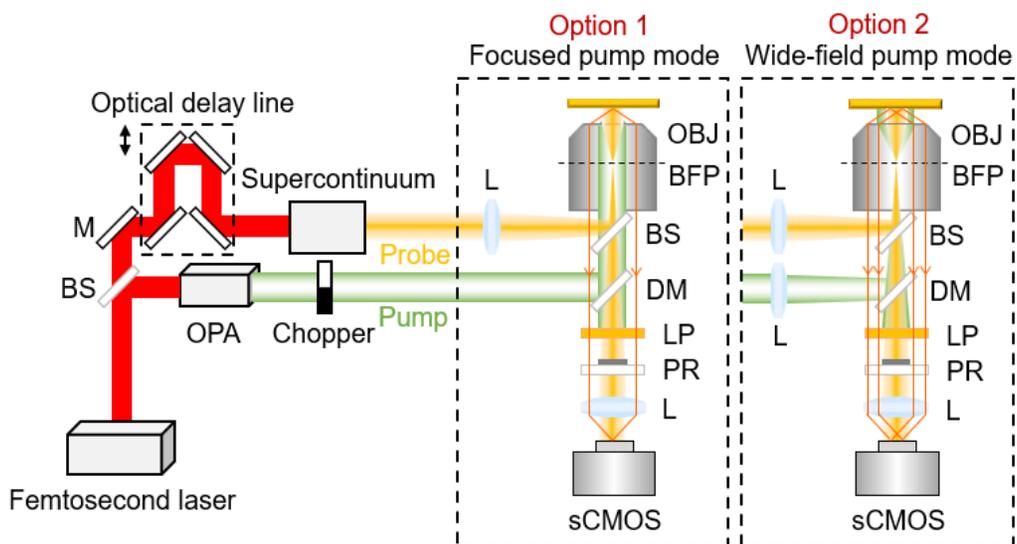
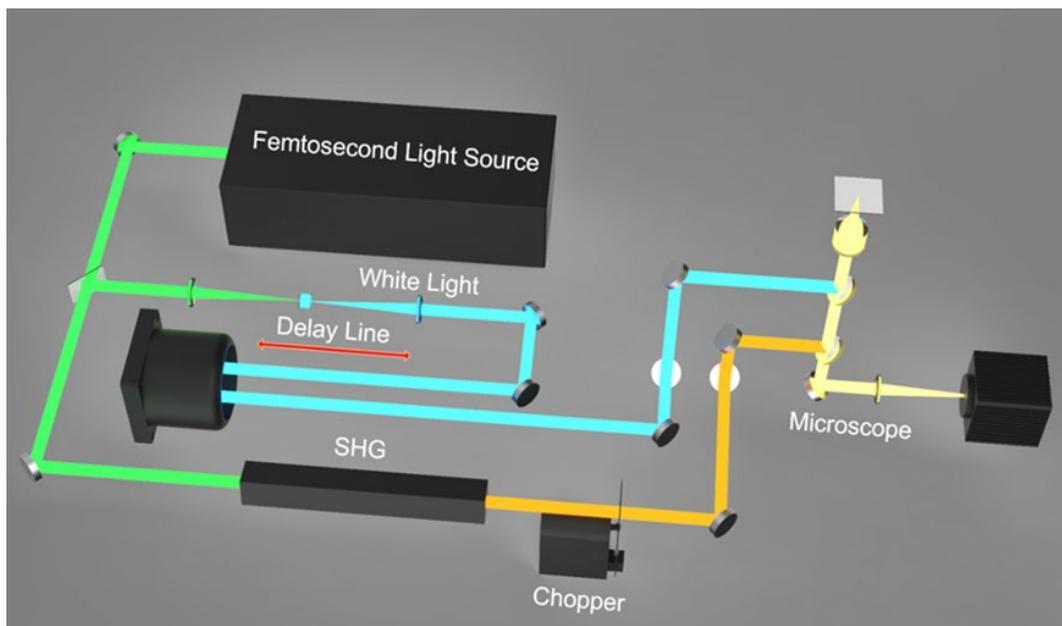
点扫描瞬态吸收成像



宽场瞬态吸收成像

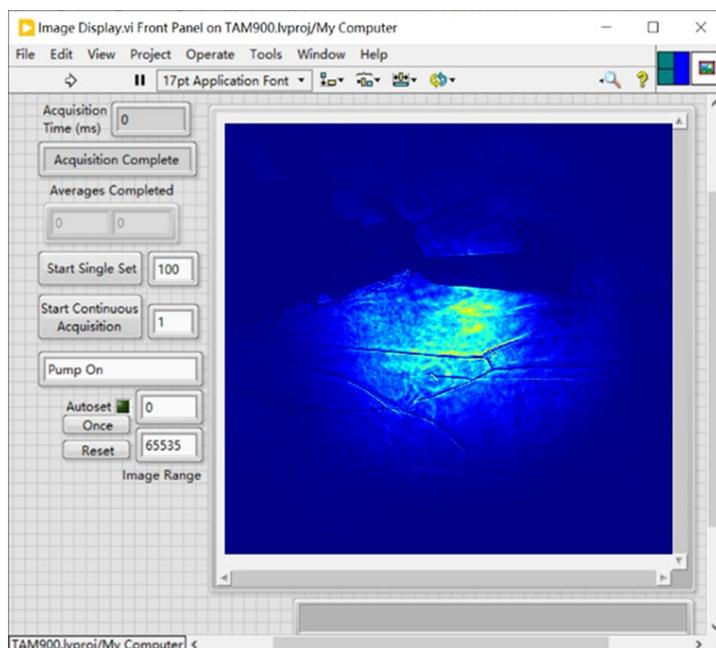
## 仪器原理和实现方式

Omni-TAM900为北京卓立汉光仪器有限公司全新推出的一款宽场飞秒瞬态吸收成像系统。该系统集成成像和动力学于一体，具有多种测量模式，包括显微瞬态吸收模式，点泵浦-宽场探测，宽场激发宽场探测模式。显微瞬态吸收获取微区的瞬态吸收信号；点泵浦-宽场探测获取载流子在探测区域的扩散情况；宽场激发宽场探测模式实现载流子浓度分布的超快成像。以上多种测量模式彼此切换，实现对光电材料与器件的多种模式测量。



## 软件

系统的数据采集软件具有模块化设计和友好的用户界面，支持时间延迟线自动扫描，支持设置相机参数。支持获取多种成像数据，包括瞬态数据和稳态数据。支持数据可视化和对成像数据进行选区以及像素点平均。支持数据导入导出，支持多种数据拟合。软件可进行同步数据采集和数据拟合，载流子的寿命、载流子的迁移速率、载流子的分布、动力学等信息均可以通过软件得到。

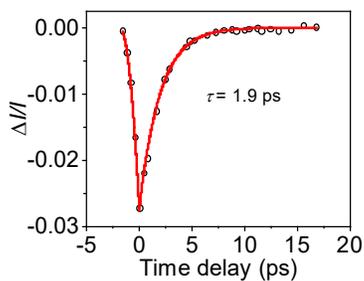
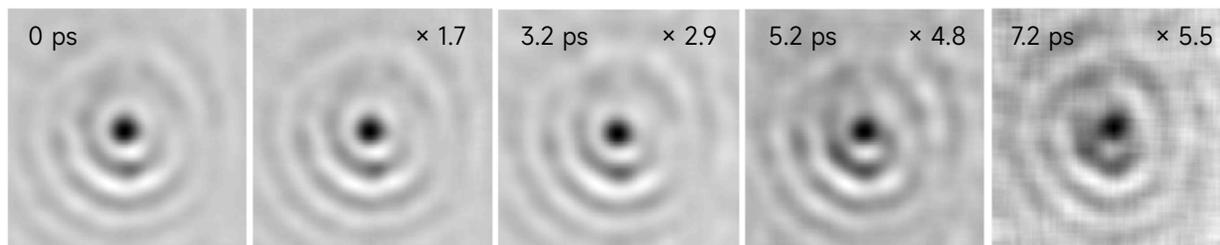


## 系统实测数据

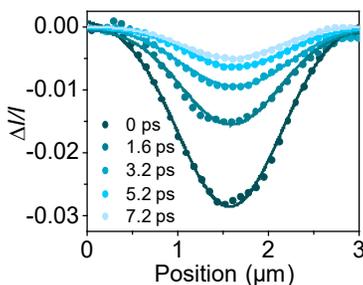
Omni-TAM900宽场飞秒瞬态吸收成像系统是测量载流子时空演化的强大工具，可广泛应用于物理、材料及器件的前沿研究，比如：太阳能电池、低维材料、量子器件、超导材料、新型半导体、纳米催化、生物传感等，对纳米尺度和飞秒时空尺度中的超快的物理、化学及生物过程进行监测。

### 金属镀膜中的载流子迁移和热扩散

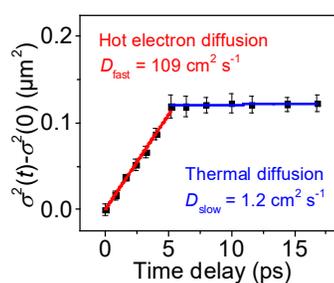
10 nm厚金属薄膜上的超快热载流子和热扩散，采用仪器的点激发，宽场探测模式。



载流子寿命



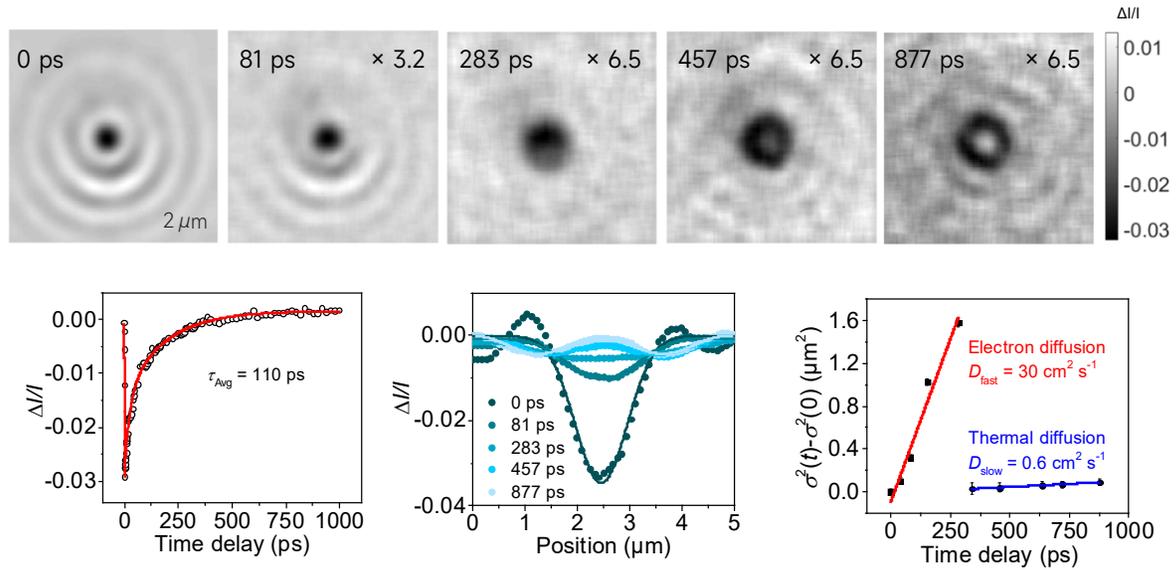
一维信号拟合



载流子 / 热扩散系数

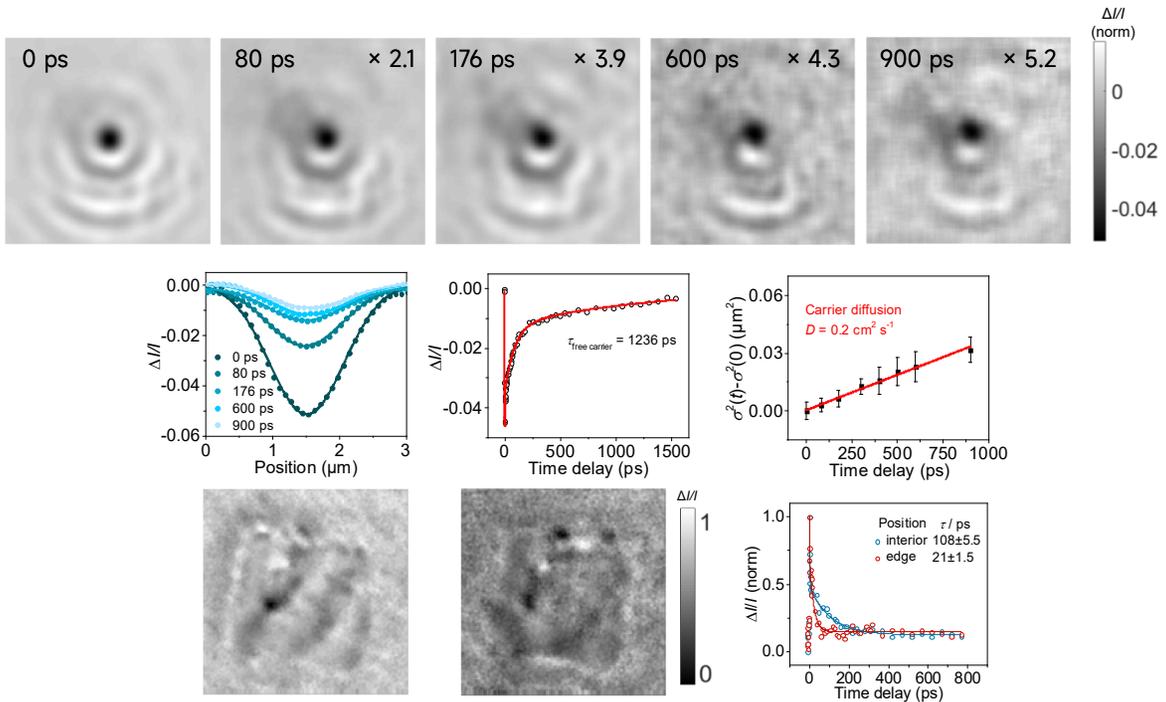
## 半导体中的载流子迁移和热扩散

同时监测Si基半导体中的载流子迁移和热扩散（可测量半导体材料的热导率），采用仪器的点激发，宽场探测模式。



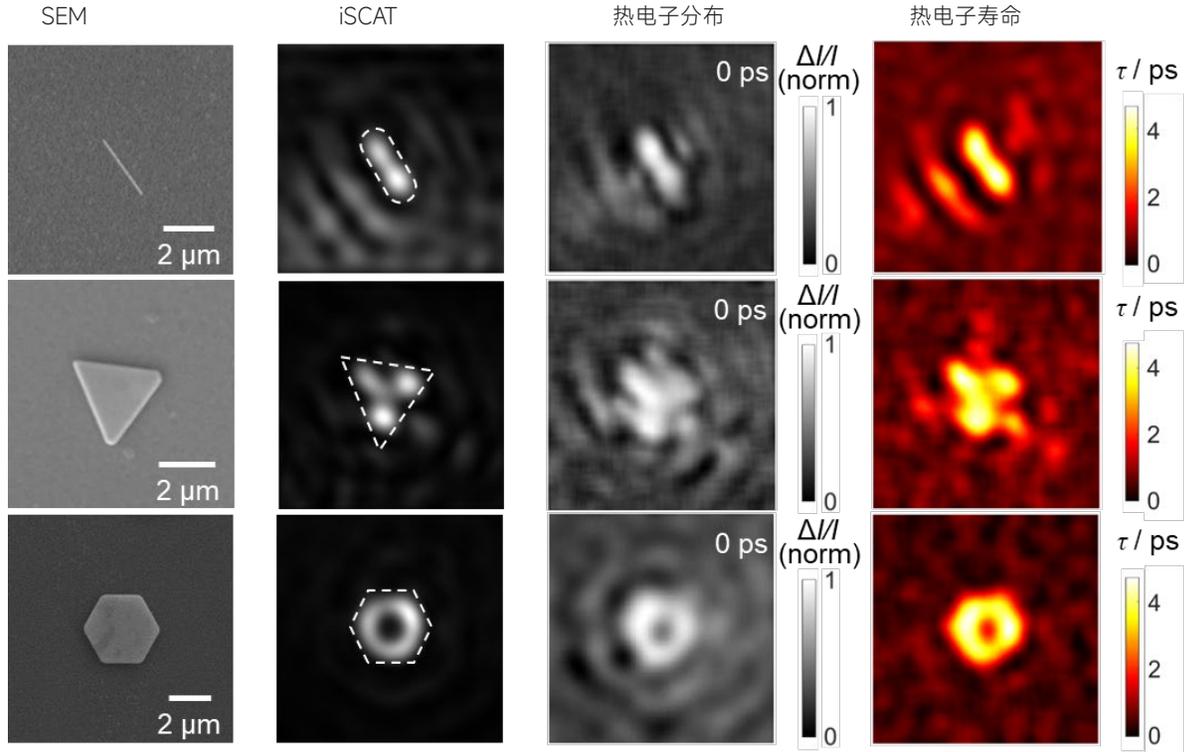
## 光伏材料中的载流子迁移和演化

钙钛矿CsPbBr<sub>3</sub>载流子成像，迁移动力学及边缘态动力学研究。采用仪器的宽场激发，宽场探测模式。



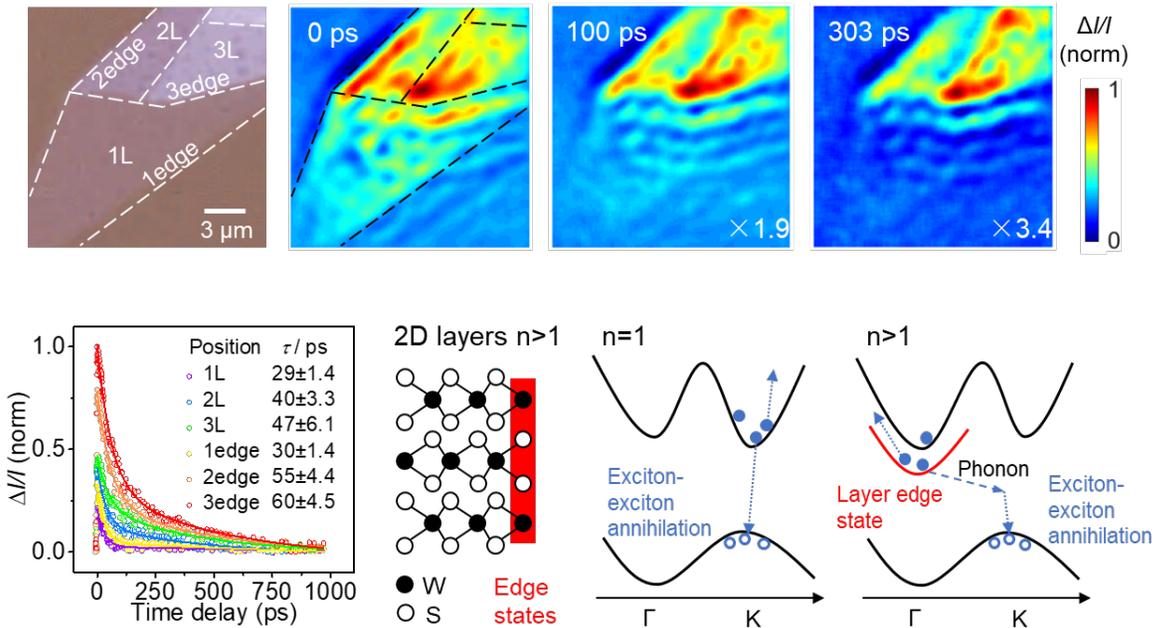
## 催化材料中的热载流子分布和“热点”

局部热电子密度高、寿命长，可能具有更高的催化活性。采用仪器的宽场激发，宽场探测模式。



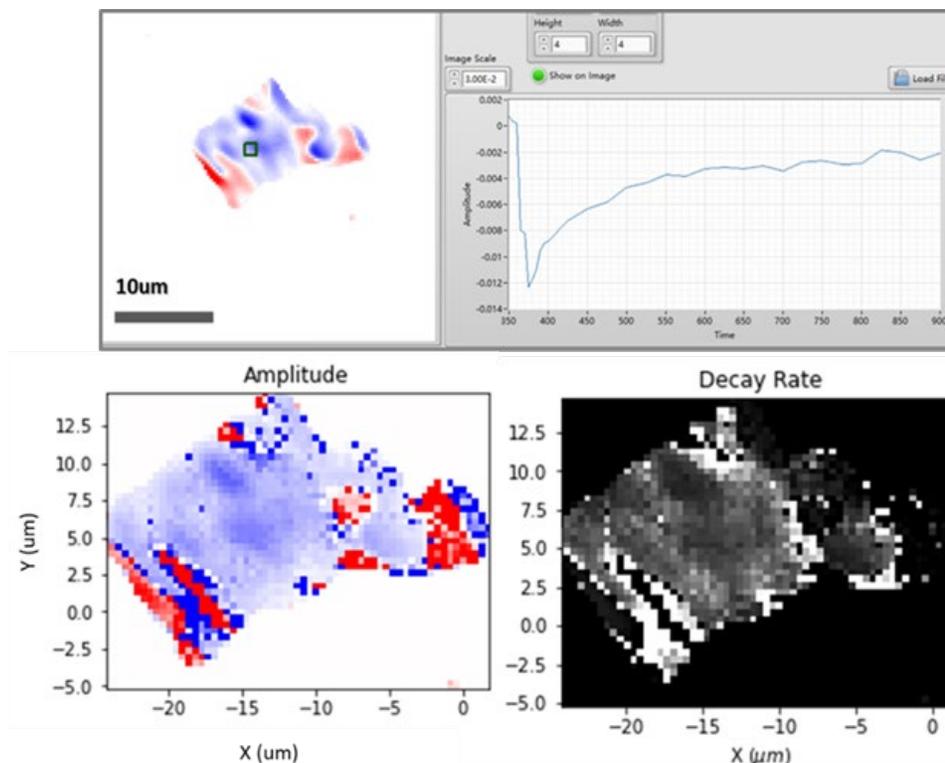
## 新型二维材料中的边缘物理态研究

二维WS<sub>2</sub>中激子分布情况，激子寿命研究。可以看到，多层的边缘具有更高激子密度和更长激子寿命



## 铁钛矿量子点样品超快宽场激发成像

铁钛矿量子点材料，可得到载流子瞬态浓度和载流子寿命空间分布情况。



## 系统性能与指标

系统参数	指标
光源	飞秒激光器, OPA 光参量放大器, 激光波长可调
时间分辨率	约 1.5 倍激光脉宽, 根据要求选择激光器
时间延迟线	0-4 ns, 40fs 分辨率
探测波长范围	470-1000 nm
空间分辨率	500 nm
系统灵敏度	小于 0.2m ΔOD
显微模块	倒置显微镜, 上方为开方空间, 可兼容低温、探针台、电学调控、磁场等特殊实验场景
LED 照明成像模块	支持自动切换, 方便观察样品
成像速度	根据成像尺寸, 成像帧率 40-1000 Hz 连续可调
测量模式	显微瞬态吸收、点泵浦 - 宽场探测、宽场激发宽场探测
数据采集、数据分析软件	支持采集瞬态稳态数据预览, 时间延迟线自动扫描, 支持设置相机参数支持获取多种成像数据
工作环境要求	环境温度: 20-25°C 之间, 温度波动 ±1°C, 环境湿度: < 50%, 动力需求: 220V/1kW, 阻尼隔振平台隔离环境振动

### 相关文章成果:

J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 34, 18912–18919

J. Am. Chem. Soc. 2022, 144, 13928

为了方便用户参考研究前沿，如下列出一些国际上利用瞬态吸收成像方法的研究案例。这些数据并非用该型号仪器获得，但是卓立Omni-TAM900仪器可实现这些应用场景中的绝大多数功能。如有特殊需求，欢迎与卓立汉光联系。

### 参考文献:

Science 2017, 356, 59

Science 2021, 371, 371

J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 2, 1273–1284

Science 2022, 377, 437

Nat. Mater. 2020, 19, 617

Nat. Mater. 2020, 9, 56

**Zolix 卓立汉光**  
www.zolix.com.cn

卓立现在 着眼未来

## 北京卓立汉光仪器有限公司

服务网络: 北京 | 上海 | 深圳 | 成都 | 西安 | 长春 | 郑州 | 无锡  
电话: 010 56370168 邮箱: info@zolix.com.cn www.zolix.com.cn



卓立公众号



卓立官方商城