

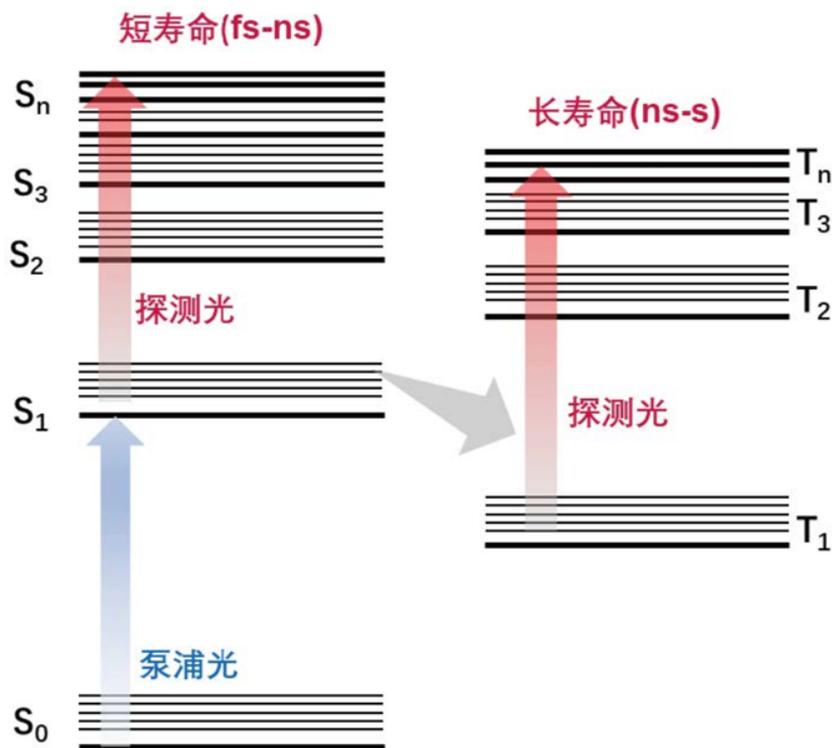
引言

Omni-iLamp-TA 飞秒瞬态吸收光谱系统用于研究光电材料、光电器件，有机太阳能电池等激发态光谱和动力学，是在超快时间尺度上研究物理和化学材料体系中各种动力学过程的有效工具，用于能源材料、纳米材料、有机分子材料的光化学过程更深层次的探究和论证。

产品概述

泵浦 - 探测原理

光是调控和测量分子能级跃迁的重要手段，分子受光激发以后发生能级跃迁，这伴随着分子基态和激发态布局数的变化，从而会引起分子或材料系统对光的吸收或发射发生变化。泵浦-探测技术通过一束脉冲光激发样品，用于发生能级跃迁，再利用一束脉冲光对激发态进行探测，连续调节激发光脉冲和探测光脉冲的时间延迟，能够得到激发态随时间变化的动力学过程，实现对激发态弛豫过程的监测。



泵浦 - 探测能级跃迁示意图

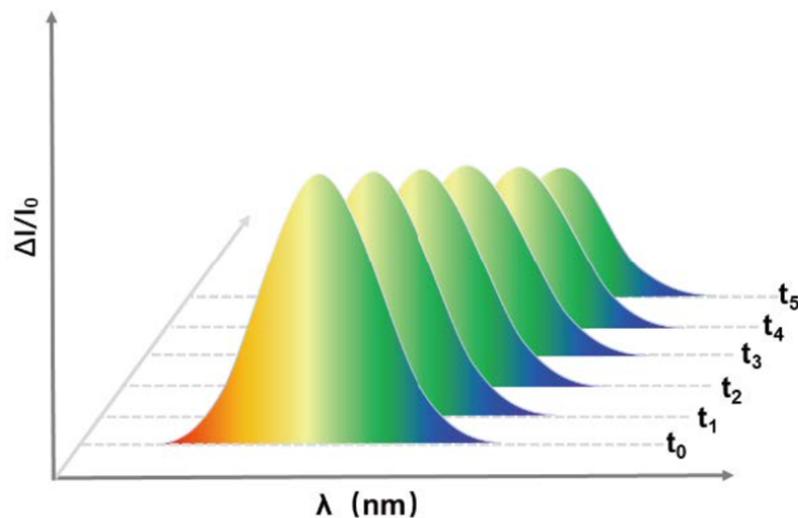
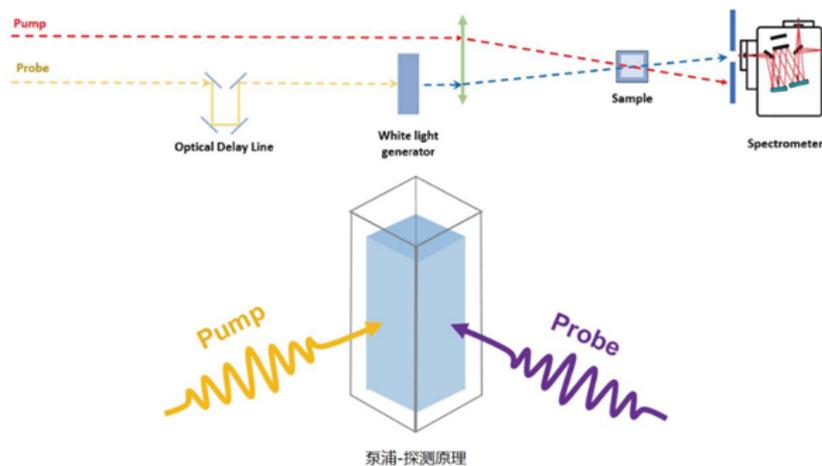
飞秒瞬态吸收光谱系统

飞秒瞬态吸收光谱是一种在飞秒时间尺度上的时间分辨泵浦-探测 (pump-probe) 技术，因其时间尺度较短，该方法可以用于探测电子激发态的大部分信息，包括能量转移、电子转移、弛豫以及异构化等研究。该技术手段主要是先用一束泵浦光产生激发态，再用另一束宽光谱范围的探测光对瞬态中间物种吸光度进行光谱测量，能够同时在超快时间和光谱维度对激发态动力学进行测量。

飞秒激光器作为系统光源并分为两路，其中一束作为泵浦光将样品从基态激发到激发态，另外一束光进入白光发生器生成超连续白光作为瞬态吸收的探测光。通过测试有以及无激发光材料吸光度的变化得到瞬态吸收信号。测量原理上，为了提前信噪比，减小探测光抖动造成的假信号，可以将探测光分为两路，一路作为probe光，另一路作为reference光。同时还需要排除背景信号和荧光信号对瞬态吸收信号的影响。

$$\begin{aligned} \Delta OD &= \lg\left(\frac{I_0}{I}\right)_{pump\ on} - \lg\left(\frac{I_0}{I}\right)_{pump\ off} \\ &= \lg\left(\frac{I_{0\ pump\ on}}{I_{0\ pump\ off}} \cdot \frac{I_{pump\ off}}{I_{pump\ on}}\right) = \lg\left(\frac{I_{pump\ off}}{I_{pump\ on}}\right) \end{aligned}$$

材料因外光电效应产生能级跃迁主要发生在飞秒时间，这个过程伴随着随后的激发态弛豫，如电子或空间的复合在随后发生，这些过程主要在皮秒、纳秒时间尺度。对于很多半导体材料，由于内部往往存在缺陷态，还伴随缺陷态参与的更慢的时间尺度，包括微秒、毫秒等时间尺度。飞秒瞬态吸收光谱可以得到飞秒-纳秒时间范围内的激发态动力学过程，是研究材料或有机分子中超快化学、物理过程的有力工具。



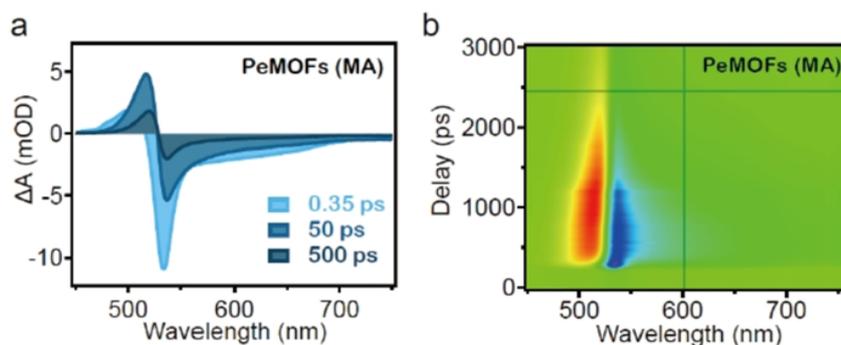
不同时间延迟 (t) 下获取的瞬态吸收光谱

飞秒瞬态吸收光谱应用

作为超快光谱技术之一，飞秒瞬态吸收光谱技术是重要的超快动力学研究手段,不仅可以探究分子的动力学过程,还可以对一些表观层面的现象进行更加深入的理解和阐释。目前已广泛应用于生物、物理、化学、材料等方面的研究。例如新型纳米材料的光电转化机制、光合作用的研究、DNA光损伤机制、光致变色反应等研究。

实测案例—光生载流子转移和复合过程研究

钙钛矿MOFs 材料中的有机金属骨架可提高钙钛矿纳米晶的稳定性，应用于更亮和更稳定的LED 器件，瞬态吸收光谱可以对其进行光物理过程的研究。下图为一种MOFs 稳定的钙钛矿纳米晶的瞬态吸收光谱图。可以看到位于500nm 的瞬态吸收峰以及位于530nm 的基态漂白峰。从动力学上看，瞬态吸收峰具有更快的寿命（0-0.5ps），与热激子弛豫有关。而基态漂白峰寿命较长（1.3ns），可归咎于本征态的激子衰减时间。



a. 不同延迟时间下的TA光谱

b. 三维TA Mapping

技术参数

名称	参数
飞秒光源	中心波长 1030±3 nm, 平均功率 20 W, 重频 0.1-1 MHz, 脉冲宽度 500f 或 100fs, 稳定性 0.8% RMS, 光斑发散角 1 mrad, 光束指向 8.4 urad, 消光比 20 db
时间延迟模块	探测时间窗口 4 ns 或 8ns
探测光谱范围	300-500nm; 380-600nm; 500-1000nm; 900-1600nm
光谱分辨率	2nm
时间分辨率	取决于激光脉冲宽度 700fs 或 150fs
灵敏度	宽光谱模式 0.1mOD; 单波长模式 0.01mOD
数据采集软件 Omni-iLamp-TA.v1	探测光稳定性检测, 采集瞬态 / 稳态光谱预览与采集, 时间延迟线自动扫描
数据可视化软件 DATAanalysis.v1	支持数据导入导出, 支持光谱矫正, 支持光谱平滑, 支持多种数据拟合
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, 水冷机放置于激光器附近两米内, 以便稳定控制温度, 电脑 win 系统, 多个 USB 接口
功能拓展	显微模块、纳秒 - 微秒模块、TCSPC模块(时间分辨率 2ps)